

Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus:  
kohteena YLEn Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalit

Anna Jylhä  
Pro gradu -tutkielma  
Kasvatustiede  
Kasvatustieteen laitos  
Helsingin yliopisto  
Helmikuu 2006  
Ohjaaja: Anne Nevgi

**HELSINGIN YLIOPISTO**

Tiedekunta <b>Käyttätymistieteellinen tiedekunta</b>		Laitos <b>Kasvatustieteen laitos</b>	
Tekijä <b>Jylhä, Anna Eveliina</b>			
Työn nimi <b>Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus: kohteena YLEn Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalit</b>			
Title <b>Multimodality in multimedia learning materials: a case study of e-learning materials on the “Kansalaisen ABC” website by YLE</b>			
Oppiaine <b>Kasvatustiede</b>			
Työn laji <b>Pro gradu -tutkielma</b>		Aika <b>helmikuu 2006</b>	Sivumäärä <b>75 + lähteet +liitteet</b>
<p>Tiivistelmä - Referat – Abstract</p> <p>Tieto- ja viestintätekniikan kehitys on lisännyt multimediaa verkko-oppimateriaaleissa. On todettu, että multimodaalisuus eli toisiaan tukevien oppimateriaalimuotojen käyttäminen edistää ymmärtämistä. Samalla multimodaalisuus asettaa oppijalle uusia haasteita, kun eri esitysmuotojen samanaikainen käyttäminen lisää kognitiivista kuormittavuutta. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella verkko-oppimateriaalien multimodaalisuutta YLEn Kansalaisen ABC verkko-oppimateriaaliaineistossa. Tutkimus oli kvalitatiivinen kuvaileva tapaustutkimus, jossa analyysimenetelmänä käytettiin sisällönanalyysiä. Tutkimuskysymykset selvittivät, millaisia esitysmuotoja ja kognitiivista kuormittavuutta lisääviä tai vähentäviä tekijöitä verkko-oppimateriaaliaineisto sisälsi, miten nämä tekijät jakautuivat eri modaalien kesken ja miten multimodaalisuus ilmeni toisaalta verkko-oppimateriaalina ja toisaalta sen esittämiseen liittyvinä kognitiivisinä kuormitustekijöinä. Mediaelementtien osalta aineisto oli melko samanlaista: suurin osa oppimateriaaleista koostui yhdestä tekstitiedostosta ja yhdestä tai useammasta kuvatiedostosta. Tallennusmuotojen monimuotoisuuden perusteella verkko-oppimateriaali oli keskimääräistä multimodaalisempaa. Multimodaaliset esitysmuodot multimediaoppimisen kognitiivisen teorian periaatteiden mukaan esitettyinä vähensivät kognitiivista kuormittavuutta. Kognitiiviset kuormitustekijät liittyivät tarkkaavaisuuden jakamiseen esitysmuotojen, ajan ja tilan osalta. Kognitiivista kuormittavuutta lisäävät esitysmuodot olivat pääosin visuaalisia tai ylimääräisiksi koettuja. Verkko-oppimateriaalin käyttäjän yksilöllisyys korostui erityisesti multimodaalisuuden suhteen: tottuneempi verkkomateriaalin käyttäjä oli vaativampi verkko-oppimateriaalin esitysmuotojen suhteen. Multimodaalisuus ilmeni konkreettisina tallennusmuotoina ja oppimateriaalilajeina, joiden esittämistavasta, -tilasta ja -ajasta aiheutui kognitiivista kuormittavuutta käyttäjästä riippuen.</p>			
Avainsanat <b>multimodaalisuus, verkko-oppiminen, multimedia, verkko-oppimateriaali, oppimisaihio, verkko-oppimateriaalin muoto, kognitiivinen kuormitus</b>			
Keywords <b>multimodality, multimedia, e-learning materials, distance learning, cognitive load</b>			
Säilytyspaikka <b>Käyttätymistieteellisen tiedekunnan kirjasto</b>			
Muita tietoja			

## UNIVERSITY OF HELSINKI

Faculty Faculty of Behavioural Studies		Department Department of Education	
Author Jylhä, Anna Eveliina			
Työn nimi			
Title Multimodality in multimedia learning materials: a case study of e-learning materials on the “Kansalaisen ABC” website by YLE			
Subject Educational Science			
Level Master’s thesis		Month and year February 2006	Number of pages 75 + sources + appendices
<p>Abstract</p> <p>Today information and communication technology allows us to use multimedia more than ever before in e-learning materials. Multimedia though can increase cognitive load in learning process. Because of that it cannot be taken granted what kind of learning materials should be produced. This paper intended to study the diversity of e-learning materials and the factors related cognitive load. The main purpose was to study the multimodality of the multimedia learning materials. The subject of this study is the learning materials on the web site “Kansalaisen ABC” published by YLE. Learning materials in the web site were approached from three different perspectives. The specific questions were: (1) What kind of form features are used in the representations of the learning material? Are certain form features preferred over others? (2) How do the cognitive load factors take shape in learning materials and between the forms? (3) How does the multimodality phenomenon appear in the learning materials and in what ways are form features and cognitive load factors related to multimodality? In this case study a qualitative approach was used. Analysis of the form features and the cognitive load factors in learning materials were based on content analysis. Form features included the specification of a format, the structure, the interactivity type and the type of learning material. The results showed that the web sites include various representations of both verbal and visual forms. Cognitive load factors were related mostly to visual than verbal material. Material presented according to the principles of cognitive multimedia theory multimedia representations did not cause cognitive overload in the informants. Cognitive load was increased in the case of students needing to split their attention between the multimedia forms in time and place. The results indicated how different individual characteristics are reflected by the cognitive load factors.</p>			
Avainsanat			
<p>Keywords</p> <p>multimodality, multimedia, e-learning, multimedia learning material, cognitive load</p>			
<p>Where deposited</p> <p>Library of Behavioural Sciences</p>			
Additional information			

# SISÄLLYS

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 VERKKO-OPPIMATERIAALIT .....</b>	<b>9</b>
2.1 Mitä verkko-oppimateriaalilla tarkoitetaan? .....	9
2.1.1 Verkko-oppimateriaalien muodot .....	11
2.1.2 Oppimisaihio verkko-oppimateriaalina .....	13
2.2 Verkko-oppimisympäristö .....	14
2.3 Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus .....	17
2.4 Multimodaalisen verkko-oppimateriaalin haasteet .....	20
<b>3 VERKKO-OPPIMATERIAALIN KOGNITIIVINEN KUORMITTAVUUS .....</b>	<b>22</b>
3.1 Kognitiivinen näkökulma verkko-oppimateriaalin käytettävyyteen .....	22
3.2 Tiedonkäsittelyn rajoitukset .....	24
3.3 Kognitiiviset kuormitusteoriat ja verkko-oppiminen .....	27
<b>4 TUTKIMUSKYSYMYKSET .....</b>	<b>32</b>
<b>5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN .....</b>	<b>33</b>
5.1 Aineiston hankinta .....	33
5.1.1 Verkko-oppimateriaalimuodot .....	34
5.1.2 Kognitiivinen kuormittavuus .....	35
5.2 Aineiston käsittely ja analysointi .....	39
5.2.1 Analyysimenetelmistä .....	39
5.2.2 Verkko-oppimateriaaliaineiston käsittely .....	40
5.2.3 Kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvän aineiston käsittely .....	43
<b>6 TUTKIMUSTULOKSET .....</b>	<b>46</b>
6.1 Verkko-oppimateriaalin muotoihin liittyvät määrittelyt .....	46

6.1.1 Verkko-oppimateriaalin tallennusmuodot .....	46
6.1.2 Verkko-oppimateriaalin rakenteet.....	48
6.1.3 Verkko-oppimateriaalin vuorovaikutustyytit ja oppimateriaalilajit .....	50
6.2 Havainnointiin liittyvät huomiot.....	53
6.3 Kognitiiviset kuormitustekijät .....	55
6.4 Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus .....	61
<b>7 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS .....</b>	<b>63</b>
7.1 Luotettavuustarkastelua.....	63
7.2 Tutkimusprosessin arviointia.....	65
<b>8 POHDINTA .....</b>	<b>69</b>
8.1 Yhteenveto tutkimustuloksista.....	69
8.2 Tutkimustulosten merkitys.....	71
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>76</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>83</b>
Liite 1 Informantit.....	83
Liite 2 Haastatteluaineiston hankinta.....	84
Liite 3 Learning Object Metadata -standardi .....	85
Liite 4 Sisällönanalyysirunko .....	86
<b>TAULUKOT JA KUVIOT.....</b>	<b>87</b>

# 1 JOHDANTO

Tällä hetkellä verkko-oppimiseen ja -oppimateriaaleihin suhtautuminen on optimistista ja niihin liittyvät odotukset ovat korkealla. Perinteisillä oppimateriaaleilla ja oppimisympäristöillä on edelleen merkittävin asema opiskelussa. Ne ovat kuitenkin saamassa rinnalleen uusia ratkaisuja. Näyttää siltä, että nimenomaan tieto- ja viestintätekniikan kehitys luo perustan aivan uudentyyppiselle verkko-oppimateriaalille. Internetiin tuottaminen on yhä helpompaa ja teknologian avulla erilaisten moodien yhdistely on vaivattomampaa kuin ennen. Multimediumuotoisen oppimateriaalin käyttö onkin kuluvin vuosituhannen alusta saakka kasvanut voimakkaasti. Samalla kuitenkin verkko-opetuksen perusteiden selvittämisen tarve on tullut yhä ajankohtaisemmaksi tehtäväksi. Esimerkiksi koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelma on asettanut verkko-oppimateriaalien laadun varmistamisen yhdeksi päätavoitteekseen vuosille 2004–2006.

Digitaalisten oppimateriaalien tutkiminen on tärkeää, sillä ne saavat väistämättä entistä tärkeämmän aseman lähitulevaisuuden oppimisessa. Lisäksi verkko-opetuksessa on yleistymässä liikkuvan kuvan käyttö, joka vaatii niin opiskelijoilta kuin opettajiltakin uudenlaista kuvallista medialukutaitoa. Yksi keskeinen motiivi verkkopohjaisten oppimisympäristöjen ja niiden materiaalien kehittämiseen on didaktinen. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen suunnittelun yhteydessä didaktisten periaatteiden hyödyntäminen on tärkeää monestakin eri syystä: verkko-opiskelu on usein itsenäistä, joten oppimateriaalien ja verkkosivujen rakenteen rooli on olennainen (Manninen & Pesonen 2001, 64). Verkkoppimateriaalit mahdollistavat ainakin periaatteessa oppimismahdollisuuksien tarjoamisen ajan ja paikan suhteen joustavasti, yksilöllisen eriyttämisen ja opiskelijan aktiivisuutta korostavan opetuksen kehittämisen. (Manninen & Matikainen 2001, 7). Pedagogisesti mielekäs verkko-oppimisympäristö tarjoaa opiskelijalle mahdollisuuden esimerkiksi kehittää luovaa ajatteluaan tai edistää yhteistoiminnallista oppimista. Verkkoppimisympäristö oppimateriaaleineen sisältää

työkaluja, joiden avulla näihin päämääriin voidaan päästä. Verkko-opetusta suunniteltaessa onkin tärkeää selvittää sekä verkko-oppimateriaalien mahdollisuudet että rajoitukset.

Viime aikoina on pohdittu oppimateriaalien soveltuvuutta muun muassa erilaisiin oppimistyyliin ja -tilanteisiin. On myös pohdittu, mahdollistaako verkkoympäristö oppimisteorioiden ilmentymisen uudella tavalla. (Pantzar 2001, 126–127.) Lisäksi on tutkittu verkko-oppimateriaalien didaktista suunnittelua ja arviointia. Verkko-oppimateriaalien laatua ja soveltuvuutta sivuten on kiinnitetty huomiota verkko-oppimateriaalien pedagogiseen käytettävyyteen. Vaikka verkko-oppimateriaalien määrä on tällä hetkellä kasvussa, ei niiden taso näytä kasvavan samassa suhteessa. Esimerkiksi keväällä 2001 aloitetun Digital Learning -hankkeen tavoitteena on ollut luoda kriteeristö, jolla mitataan oppimateriaalin pedagogisuutta. (Horila, Syvänen & Överlund 2002, 40.) Tätä tutkimuksellista taustaa vasten on kiinnostavaa tarkastella verkko-oppimateriaalien multimodaalisuutta, ihmisen tiedonkäsittelykyvyn rajoituksia ja kognitiivisten kuormitustekijöiden merkitystä verkko-oppimisympäristössä.

Tämän tutkimuksen tavoite on rakentaa kuvaa verkko-oppimateriaalien multimodaalisuudesta kuvaamalla verkko-oppimateriaalien erilaisia muotoja ja erittelemällä kognitiivisia kuormitustekijöitä. Tutkimuksen tarkoitus on omalta osaltaan edistää tutkimukseen perustuvaa verkko-oppimateriaalien suunnittelua, arviointia ja kehittämistä. Tutkimuksen kohteena on YLEn Opinportti-verkkosivustossa olevat Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalit. Tutkimuskysymykset liittyvät verkko-oppimateriaalien muotoihin ja multimediamateriaalissa ilmeneviin kognitiivisiin kuormitustekijöihin. Tavoitteena on tutkimuskysymyksiin vastaamalla tarkastella verkko-oppimateriaalien multimodaalisuutta kyseisessä aineistossa. Tutkimus on kvalitatiivinen kuvaileva tapaustutkimus, jossa analyysimenetelmänä on käytetty sisällönanalyysiä. Tutkimuksen aineisto jakaantuu kahteen osaan: Kansalaisen ABC verkkosivujen verkko-oppimateriaaliaineistoon ja informanteilta videoinnin avulla kerättyyn haastatteluaineistoon. Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaali on valittu toisaalta YLEn Opinportin verkko-oppimateriaaliyksikön pyynnöstä tutkia Kansalaisen

ABC -verkko-oppimateriaalin toimivuutta ja toisaalta tutkijan omasta mielenkiinnosta tutkia aikuisopiskelijoille suunnattua verkko-oppimateriaalia. Tässä tutkimuksessa näkökulma on verkko-oppimateriaalin käyttäjän puolella. Uskon, että materiaaleja tarkastelemalla ja analysoimalla saadaan arvokasta tietoa verkko-oppimateriaalin multimodaalisesta luonteesta. Tätä kautta päästään pohtimaan eri tekijöiden merkitystä verkko-oppimateriaalien suunnittelussa ja kehittämisessä. Tärkeintä olisi antaa näkökulmaa verkko-oppimateriaalien kokonaisvaltaisempaan tarkasteluun.

Esittelen ensin tutkimukseni kannalta olennaista teoreettista viitekehystä ja aikaisempia tutkimustuloksia. Teoriaosuus jakautuu kahteen osaan, joista ensimmäisessä käsittelen verkko-oppimateriaaleja, niiden erilaisia muotoja, verkko-oppimisympäristöä ja verkko-oppimateriaalin multimodaalisuutta. Teoriataustan toisessa osassa keskityn ensin ihmisen tiedonkäsittelykyvyn rajoituksiin ja niiden pohjalta verkko-oppimateriaalissa ilmeneviin kognitiivisiin kuormitustekijöihin. Olen jakanut myös empiirisessä osassa aineiston hankinnan, käsittelyn ja analysoinnin sekä tutkimuksen tulokset tutkimuskysymysten mukaisesti kahteen osaan, joita ovat verkko-oppimateriaalimuodot ja kognitiiviset kuormitustekijät. Tutkimuksen lopussa pohdin tutkimusprosessin ja tutkimustulosten luotettavuutta sekä esitän joitakin jatkotutkimusehdotuksia.



## **2 VERKKO-OPPIMATERIAALIT**

Mikkilä & Olkinuora (1995) ovat laatineet oppimateriaalitutkimuksen teoreettisen viitekehysten, jota Olkinuora, Mikkilä-Erdmann, Nurmi ja Ottosson (2001, 10) soveltavat multimediaoppimateriaaleja koskevassa tutkimuksessaan. Viitekehystä voisi luonnehtia kognitiivis-konstruktivistiseksi oppimistutkimukseksi. Samanlaisen viitekehysten sisään pyrin tämän tutkimuksen teoreettisen taustan rakentamaan, kun seuraavaksi käsitellen ensin verkko-oppimateriaalia ja siihen liittyvää teoreettista viitekehystä yleisemmin ja sitten verkko-oppimateriaalien erilaisia muotoja tarkemmin. Esittelen myös oppimisaihion käsitteen yhtenä verkko-oppimateriaalimuotona. Tutkimuksen teoriaosassa on tarkoitus lisäksi kuvailla verkko-oppimateriaalien ympäristöä ja sitä kontekstia, johon verkko-oppimateriaaleja tuotetaan. Lopuksi käsitellen multimodaalisuutta ja sen ilmenemistä verkko-oppimateriaalissa. Esitän myös joitakin multimodaaliseen verkko-oppimateriaaliin liittyviä haasteita aikaisempien tutkimustulosten valossa.

### **2.1 Mitä verkko-oppimateriaalilla tarkoitetaan?**

Mitä tarkoitetaan, kun viitataan verkko-oppimateriaaleihin? Millaista oppimateriaalia verkossa on ja millaisia verkko-oppimateriaalit ovat muodoiltaan? Kysymyksiin vastaaminen edellyttää toisaalta oppimateriaalin käsitteen ja toisaalta digitaalisuuden ja verkkomuotoisuuden määrittelyä. Oppimateriaali on tuotettu tukemaan opetus-oppimis-opiskeluprosessia tai jotakin sen osaa. Oppimateriaali on oppiainesta sisältävä tietolähde, kuten oppikirja tai video. Uusikylä ja Atjonen (2000) kuitenkin erottavat tietolähteen ja opetusvälineen toisistaan. Tällöin verkkosivut määritellään oppimateriaaliksi. Oppimateriaalit ovat tyypiltään kirjallista, visuaalista, auditiivista, audiovisuaalista, digitaalista ja muuta oppimateriaalia. (mts., 140.) Digitaalisilla oppimateriaaleilla tarkoitetaan sellaista oppimiseen tai opettamiseen tarkoitettua aineistokokonaisuutta, joka on digitoitu CD-ROM:lle, www-sivuille tietoverkkoihin tai tietokone-ohjelmistopohjaiseksi oppimisympäristöksi (Maisala 1998 Uusikylä & Atjosen 2000,

148 mukaan). Oppimateriaalien yhteydessä puhutaan myös pedagogisista teksteistä. Tekstianalyysin avulla oppikirjan genreä tutkineen Selanderin (1991, 35) määritelmän mukaan pedagogisia tekstejä ovat oppikirjat, harjoituskirjat, lukemistot ja videot, jotka on tuotettu kasvatuksellisiin tarkoituksiin. Tämän määritelmän mukaan myös verkko-oppimateriaalina oleva videoleike voisi olla pedagoginen teksti, jossa erona perinteiseen oppikirjaan olisi verkkomuotoisuus.

Verkkomuotoisuudella tarkoitetaan www-sivua tai -sivustoa Internetissä. Verkko-oppimateriaali on näin ollen oppiainesta, joka on julkaistu tietoverkossa, tässä tutkimuksessa Opinportti-verkkosivustossa. Verkko-oppimateriaalin rinnalla ovat yleisesti käytössä myös käsitteet www-oppimateriaali ja digitaalinen oppimateriaali. Meisalon, Sutisen ja Tarhion (2000, 155) mukaan digitaalinen oppimateriaali on mikä tahansa digitaalisessa muodossa oleva aineisto, joka on tarkoitettu opiskelua varten. Digitaalisiin oppimateriaaleihin kuuluvat verkko-oppimateriaalien lisäksi digitoidut ääni- ja kuvatallenteet (mts., 115–116). Käytän tässä tutkimuksessa suomalaisesta asiasanastostakin löytyvää käsitettä verkko-oppimateriaali kattamaan www-sivuilla julkaistun digitaalisessa muodossa olevan aineiston.

Erään määritelmän mukaan verkko-oppimateriaali on lähiopetusta tukevaa tai itsenäistä etäopiskeluaineistoa, joka vaihtelee ohjatun oppimisprosessin sisältävästä verkkokurssista kurssimateriaalin jakamiseen verkon välityksellä ja erilaisten systeemiympäristöjen hyödyntämiseen (Lindh & Parkkonen 2001, 148). Koska verkko-oppimateriaalit tutkittavina teksteinä ovat genreltään oppimateriaaleja, niiden oletetaan sisältävän myös pedagogisen tarkoituksenmukaisuuden määäämiä aineksia (Nuutinen 1994, 227). Sanotaan, että oppimateriaalien laadinnan taustalla on aina jonkinlainen teoria oppimisesta. Käytettävä oppimateriaali toimii harvoin pedagogisesti mielekkäästi yksistään ilman oppimisprosessin suunnittelua (Silander & Koli 2003, 54). Verkko-oppimateriaalia kohtaan osoitetussa kritiikissä pedagoginen laadukkuus liittyy ainakin siihen, että verkko-oppimateriaalien suunnittelua ohjavat usein hypermedian tekniset ominaisuudet enemmän kuin jokin oppimisteoreettinen käsitys (Häkkinen 1996). Lisäksi tiedon saavutettavuus on merkittävästi kasvanut Internetin yleistymisen myötä, mutta

samalla on kasvanut myös vaatimukset oppijan tiedonhaku- ja tiedonkäyttötaidoille ja nämä vaatimukset kohdistuvat usein verkko-oppimateriaalin laadukkuuteen.

Verkko-oppimateriaalin tehtävä verkko-opetuksessa on moninainen. Niinpä oppimateriaali verkko-opiskelussa voi olla hyvin erityyppistä: verkkojulkaisuja, www-sivuja, tietokoneavusteisia opetussovelluksia ja -ohjelmia, oppikirjoja ja muita painettuja lähteitä. Tutkijat ovat listanneet muun muassa seuraavanlaisia oppimateriaalityyppejä: autenttiset materiaalit, kuten www-sivut ja niihin pohjautuvat jäsennetyt materiaalit, kuten tietopankit ja tietosanakirjat, sisältöpohjaiset opetussovellukset, esimerkiksi CD-ROM, oppimisprosessia ohjaavat, kontekstisidonnaiset oppimateriaalit ja opetussovellukset, joita ovat esimerkiksi perinteiset tietokoneavusteiset opetusohjelmat. Lisäksi oppimisprosessia ohjaavat, kontekstivapaat oppimateriaalit ja opetussovellukset, esimerkkinä useat verkko-oppimisympäristöt sekä työkaluohjelmat, kuten kuvan- ja tekstinkäsittelyohjelmat. (Silander & Koli 2003, 60–63.) Yhteistä erilaisille verkko-oppimateriaaleille on se etu, että oppisisältö voidaan esittää eri multimediumuotojen, kuten kuvan, tekstin, äänen, animaation tai videoleikkeen avulla (Multisilta 1997, 103–104). Käsittelenkin seuraavaksi tarkemmin erilaisia verkko-oppimateriaalimuotoja.

### **2.1.1 Verkko-oppimateriaalien muodot**

Verkko-oppimateriaalin muoto on aistein havaittavissa olevaa digitaalista materiaalia, jota ovat kuvat ja tekstit sekä muut mediaelementit, kuten animaatiot, kuvaajat, äänet ja videot. Mediaelementit voidaan järjestellä niin, että ne muodostavat tietynlaisen rakenteen. Kun oppimisdokumentti on rakenteinen, niin dokumentin sisältö jaetaan useisiin eri elementteihin. Oppimisdokumentin rakenne perustuu pedagogisiin elementteihin, joita kutsutaan opetukselliseksi toiminnoiksi. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi tekstin lukeminen ja videoleikkeen katseleminen. Rakenteisen oppimisdokumentin etuja ovat materiaalin adaptiivisuus eli se, että samaa oppimateriaalia voivat käyttää eritasoiset opiskelijat erilaisissa oppimistarkoituksissa. (Multisilta 1997, 103–104.)

Kun mediaelementtien käyttöä verkko-oppimateriaalina on tutkittu, on huomattu, että moni asia, joka on tekstinä vaikea hahmottaa, on kuvina esitettynä selkeämmin ymmärrettävissä. Visuaalisesta oppimisesta puhuttaessa tarkoitetaan sitä, että ilmiöiden esittäminen kuvilla aktivoi oppijoissa erilaisia kognitiivisia prosesseja kuin teksti. Kuvalla luodaan orientaatio samalla www-sivulla esitetyn tekstin tulkintaan, otsikoinnin tapaan. Täten kuva toimii niin sanottuna visuaalisena muistisääntönä. Verkko-oppimateriaalissa perinteisesti teksti tai hyperteksti on kuitenkin ollut yleisin käytetty mediaelementti. Perinteinen teksti muodostuu lineaarisesti, kun taas hyperteksti on epälineaarista ja muodostuu assosiatiivisesti dokumenttisivuista ja niitä yhdistävistä linkeistä. (Silander & Koli 2003, 73–76; Nyman & Kanerva 2005, 99.)

Kaikkiaan verkko-oppimateriaaleissa yhdistyy monenlaisia kielellisiä ja visuaalisia oppimateriaalimuotoja. Visuaalisten elementtien avulla osoitetaan eri sivujen yhteenkuuluvuutta, korostetaan asioita tai erotetaan niitä toisistaan. Kuvat ja multimedia tekevät materiaalista houkuttelevan, mutta niiden käyttöä on tarkkaan harkittava. Kaikkien verkko-oppimateriaalin elementtien ja mediamuotojen olisi tuettava oppimista. Rajoituksia asettavat oppijoiden käytössä olevat laitteet, ohjelmat ja yhteydet. Video saattaa olla korvaamattoman hyvä jonkin tilanteen tai toimintatavan esittämisessä, mutta tilavaatimus ja hidas latautuminen rajoittavat niin videon kuin äänenkin käyttöä. (Matikainen & Manninen 2001, 156–157.)

Verkko-oppimateriaalimuodot ovat olleet aikaisempien tutkimusten kohteena. Etälukion verkko-oppimateriaalien tyypillisiä piirteitä tarkastellut tutkimus (Venäläinen 2001, 165) on todennut, että verkkoympäristö luo mahdollisuuksia monentyypisiin toteutuksiin, minkä johdosta verkko-oppimateriaalien lajityyppi ei ole muodoltaan kovin yhtenäinen. Vaikka tutkimuksen perusteella verkko-oppimateriaalien genre on muodoltaan hajanainen, yksi verkon tuomista lisäarvoista on oppimateriaalin monimuotoisuus. Tästä syystä materiaalien suunnittelijoille ei voida antaa yksiselitteisiä menettelyohjeita, vaan pikemminkin on järkevää ohjata kiinnittämään huomiota tiettyihin verkkoympäristön erityispiirteisiin ja mahdollisuuksiin. Oppimateriaalien genrestä erotetaan verkko-oppimateriaalien alagenre, jolla on perusteltua olettaa olevan niin kielellisiä kuin rakenteellisiakin piirteitä, jotka erottavat sen muista oppimateriaaleista. Esimerkiksi se,

että usein verkko-oppimateriaalikokonaisuudessa on yhtä monta vaihtoehtoa edetä tekstin lukemisessa kuin on lukijoitakin. Verkko-oppimateriaalin tyypillisiä piirteitä selvittänyt tutkimus (ks. Venäläinen 2001) on tärkeä viitekehys tässäkin tutkimuksessa ilmeneville verkko-oppimateriaalimuodoille, koska genretutkimuksessa verkko-oppimateriaalin tyypilliset piirteet jaettiin viiteen semioottiseen komponenttiin: kuvat, äänitiedostot, teksti, linkit ja otsikot. (mts., 169.) Keskityn seuraavaksi oppimisaihion käsitteeseen, joka on erityisesti verkko-oppimateriaalimuotoja koskevassa tutkimuksessa olennainen. On huomattava, että oppimisaihio voi koostua yhdestä tai useammasta erilaisesta verkko-oppimateriaalimuodosta.

### **2.1.2 Oppimisaihio verkko-oppimateriaalina**

Oppimisaihio on suomennos englanninkielisestä käsitteestä 'learning object', jonka on määriteltävä tarkoittavan mitä tahansa digitaalista tai ei-digitaalista tieto-oliota, jota käytetään oppimiseen ja opettamiseen. Vaikka aihion virallinen määritelmä on hyvin laava, niin käytännössä oppimisaihio ymmärretään suhteellisen suppeana digitaalisena oppimateriaalina, jota välitetään verkon avulla. Oppimisaihiot ovat yksittäisiä multimedia- tai hypermediapohjaisia "oppimateriaalipalasia", joita käytetään erilaisissa oppimisprosesseissa. Oppimisaihio voi esimerkiksi olla pieni simulaatio tai työvaihetta kuvaava videoleike verkkosivulla. Oppimisaihio on tällöin visualisointi, joka analogian kautta konkretisoi abstraktia asiaa (Silander & Koli 2003, 57.) Oppimisaihiot ovat muodoltaan ja pedagogiselta käyttötarkoitukseltaan moninaisia. Oppimisaihioilla tuodaan lisäarvoa vaikeasti havainnollistettavissa oleviin asioihin ja ilmiöihin. (mts., 67.) Oppimisaihiota on luokiteltu monenlaisten standardien mukaan. Oppimisaihiostandardia tarvitaan erityisesti materiaalien metatiedon löytämisen ja tiedostomuotojen siirtämisen mahdollistamiseksi. (Nirhamo 2004.) Oppimisaihiot jaetaan eri tyyppeihin käyttötarkoituksen, käyttäjien määrän, kohderyhmän, formaatin tai vaikeustason mukaan (Ilomäki 2004, 10). Parhaimmillaan oppimisaihioden ajatellaan olevan helposti saatavia, teknisesti helposti käytettäviä, pedagogisesti joustavia sekä valmista oppimateriaalia sellaisenaan. Näiden piirteiden vuoksi aihioden ajatellaan sopivan hyvin

opetukseen. Onkin todennäköistä, että tulevaisuudessa opiskelijat ovat aihoiden aktiivisia muokkaajia ja kehittäjiä. (mts., 15.)

Oppimisaihio liittyy olennaisesti verkko-oppimateriaalien eri esitysmuotoihin ja tätä kautta multimodaalisuuteen. Oppimisaihio tukee monipuolista esitys- ja havainnollistamistapaa sekä edistää oppijan analogista päättelyä, kun opiskeltavan ilmiön esittää useilla eri ominaisuuksiltaan eroavina esitystapoina, esimerkiksi visuaalisina kuvina kielellisen tekstin tukena. On todettu, että käyttämällä samanaikaisesti monipuolisia esitysmuotoja pystytään opetettavan ilmiön eri ominaisuudet nostamaan paremmin esiin. (Jaakkola 2004, 36.) Verkko-oppimisaihio suunnitellaan aina jonkin verkko-oppimisympäristön osaksi. Käsittelen seuraavaksi verkko-oppimisympäristöjä ja sitä taustaa, johon verkko-oppimateriaalit tuotetaan.

## **2.2 Verkko-oppimisympäristö**

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen ja tiedonvälityksen kehittyvien muotojen myötä oppimisympäristö on laajentunut kattamaan myös ne välineet ja informaatiolähteet, joita käytetään eri medioiden kautta. Viime vuosina oppimisen tutkimuksessa huomio on kiinnitetty uudenlaisten oppimisympäristöjen kehittämiseen. (Lehtinen 1997, 21.) Uusien oppimisympäristöjen suunnittelun perusteluna käytetään useimmiten konstruktivistisen oppimiskäsityksen periaatetta, joka saattaa jäädä teorian tasolle, eikä näy käytännön toteutuksessa. (Manninen & Pesonen 2001, 63.) Tavoitteena tulisi olla sellainen oppimisympäristö, joka tukee oppijan omaa aktiivista tiedon konstruointiprosessia, jossa oppija tulkitsee informaatiota aikaisemmin oppimansa pohjalta (Manninen & Pesonen 2001, 71; Uusikylä & Atjonen 2000, 127–128, vrt. Wilson 1996). Nykyään verrataan usein vastakkainasetteluna opetusteknologiaa hyödyntäviä, konstruktivistisia oppimisympäristöjä ja perinteisiä, ei-konstruktivistisia oppimisympäristöjä (ks. Uusikylä & Atjonen 2000, 159).

Opiskelu- ja oppimisympäristön käsitteitä käytetään usein tarkoittamaan samaa asiaa. Ympäristön käsite viittaa siihen, että ei pelkästään opettaja opeta vaan muutkin järjestelyt tuottavat oppimisen kannalta tuloksia. (Uusikylä & Atjonen 2000, 133.)

Käytän tutkimuksessa oppimisympäristön käsitettä kuvaamaan tutkimuksen kohteena olevaa aineistoa, koska sivuilla oleva verkko-oppimateriaali on ensisijaisesti tarkoitettu itseopiskeluun, ja koska opiskeluympäristön käsite nähdään koulukeskeisempänä. Lisäksi Mannisen (2001b, 73) mukaan oppimisympäristön käsite soveltuu opiskeluympäristöä paremmin aikuiskoulutukseen, jossa oppiminen tapahtuu myös organisoitujen opiskelutilanteiden ulkopuolella. Usein teknologiaa hyödyntävään ja verkkopohjaisuuteen liitetään nimenomaan oppimisympäristön käsite. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen varhainen kehitysvaihe näkyy muun muassa siten, että käytössä on monia, osin päällekkäisiäkin käsitteitä: virtuaalinen oppimisympäristö, verkkopohjainen oppimisympäristö, Internet-pohjainen verkkokurssi, www-pohjainen verkkokurssi. Matikainen ja Manninen (2001, 10) suosittelevat verkkopohjaisen oppimisympäristön käyttämistä, koska käsite on jo melko vakiintunut. Verkkopohjaisella oppimisympäristöllä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa Internetissä olevaa Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalisivustoa, joka on rakennettu tukemaan yksilöiden ja ryhmien ohjattua opiskelua ja itseopiskelua.

Oppimisympäristön teknologiapainotteinen määritelmä korostaa ympäristön teknisiä elementtejä. Tämän määritelmän mukaan www-sivuihin perustuva oppimisympäristö muodostuu hypermediapohjaisesta oppimateriaalista, kognitiivisista työkaluista sekä kommunikointityökaluista, kuten sähköposti. (Multisilta 1997, 101–102.) On todettu, että teknologia, kuten verkkosivujen hyperteksti tarjoaa opiskelijalle kognitiivisia oppimisen työkaluja, joita esimerkiksi Jonassen nimittää mielen työkaluiksi (Jonassen 1999 Nevgin & Tirrin 2003, 34 mukaan). Verkko on käsitteenä moniselitteinen. Verkko määritellään materiaaliseksi ja sosiaaliseksi, viestintävälineiden ja erilaisten käytäntöjen yhdistelmäksi, jonka avulla hankitaan informaatiota ja kommunikoidaan. Opiskelu verkossa perustuukin erilaisiin tekstuaalisiin ja visuaalisiin elementteihin ja niiden kautta välittyvään vuorovaikutukseen. Verkko-opiskeluympäristö ymmärretään ensisijaisesti toimintaympäristönä. (Vahtivuori 2001, 81.) Verkkopohjaisten oppimisympäristön yhteydessä on käytetty erilaisia ”metaforia”, jotka heijastavat verkon moninaisia käyttötapoja. Verkkopohjainen oppimisympäristö voidaan nähdä siten informaatiovarastona, vuorovaikutusverkostona, rakenteena tai virtuaaliluokkana.

(Manninen 2001a, 36–39.) Tässä tutkimuksessa Kansalaisen ABC -oppimisympäristö on ensijaisesti informaatiovarasto, jonka rakenne koostuu yhteensä kymmenestä eri aihealueesta.

Verkkopohjaisen oppimisympäristön erityispiirteitä voidaan tutkia monestakin eri näkökulmasta. On muun muassa tutkittu (Pesonen 2001) www-ympäristön didaktisia erityispiirteitä ja niiden yhteyttä verkkopohjaisen oppimisympäristön rakenteeseen. Verkkoympäristön didaktinen suunnittelu on käyttöliittymän ja sen käytettävyyden suunnittelua. Käytettävyys koostuu opittavuudesta, tehokkuudesta, muistettavuudesta, virheettömyydestä sekä miellyttävyydestä (Nielsen 1993). Verkkopohjaisen oppimisympäristön didaktisen suunnittelun yksi alue on valita ja yhdistää sellaiset hypermedian esitysmuodot, joilla oppimisympäristön sisällöt ja toiminnot välitetään opiskelijalle. Verkko-oppimisympäristön hypermediarakenteen haasteet oppimiselle ovat navigointi ja sisältöjen esittäminen. Vaikka käyttöliittymä olisi suunniteltu helpokäyttöiseksi, verkkopohjaisessa oppimisympäristössä ei välttämättä toteudu halutun kaltaista oppimista, jos ympäristön rakenne, toiminnot ja ohjeet eivät tue oppimistavoitteita. (Pesonen 2001.) Verkko-oppimisympäristön hahmottamisen vaikeus onkin todettu olevan yksi oppimista estävistä tekijöistä tutkimuksessa, jossa hyvän verkkokurssin ominaisuuksiksi nousivat vastaavasti rakenteellinen selkeys ja linkkien helppo hahmotettavuus (Nevgi & Tirri 2003, 88). Verkko-oppimisympäristön käyttöliittymän omaksumista voidaan helpottaa esimerkiksi hyödyntämällä graafisia elementtejä ja kiinnittämällä huomiota tekstin suunnitteluun, kuten likkeihin ja otsikointiin. Tutkimuksissa on todettu, että hyvä verkko-oppimisympäristö mukautuu myös opiskelijan tarpeisiin. Erityisesti aikuisopiskelijat ovat opiskeluvalmiuksiltaan heterogeenisiä, joten opiskelijoiden erilaisten lähtökohtien ja yksilöllisten oppimiseröjen huomioiminen on tärkeää. Yksi verkko-oppimista edistävistä tekijöistä on todettu olevan yksilöllinen oppimisympäristö, joka tarkoittaa esimerkiksi rakenteellisesti selkeää ja relevanttia verkko-oppimateriaalia, jossa olisi myös syventämisen mahdollisuus. (Nevgi & Tirri 2003, 72–73.) Niin sanottujen yksilöllisten kykyprofiilien lisäksi aikaisemman tiedon määrä vaikuttaa opiskelijan mahdollisuuksiin hyötyä verkko-oppimisympäristön erilaisista ominaisuuksista (Nyman & Kanerva 2005, 102).



Kokoavasti ilmaistuna verkko-oppimisympäristö on toteutettu Internetiä ja verkkoteknologiaa hyödyntäen ja se koostuu hypermediasta, hypertekstirakenteista, linkeistä, erilaisista vuorovaikutuskanavista sekä mahdollisista ohjelmoiduista sivuista ja tekstinkäsittelyohjelmista. Multimedia ja hypermedia tarkoittavat lähes samaa pedagogista välinettä, joka sisältää nonlinearisen, avoimen ja interaktiivisesti linkitetyn rakenteen. Lisäksi siihen sisältyy informaation esittäminen yhtenä kokonaisuutena monia eri representaatioita käyttämällä. (Manninen 2001a, 37; Manninen 2001b, 57.)

Verkko-oppimisympäristö muodostuu pääosin hypertekstistä, jossa sivujen väliset linkit yhdistävät opiskeltavia asioita (Nevgi & Tirri 2003, 88). Verkko-oppimisympäristössä olevien materiaalien erityispiirteinä ovat siten multimedian erityisominaisuudet: nonlinearinen hyperteksti ja multimodaalisuus (ks. Olkinuoran ym. 2001, 17). Käsittelen seuraavissa luvuissa verkko-oppimateriaalin multimodaalista luonnetta ja multimodaalisen verkko-oppimateriaalin haasteita käyttäjän näkökulmasta.

### **2.3 Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus**

Multimodaalisuus tarkoittaa verkkoesityksen koostumista monesta eri esitysmuodosta eli moodista. Multimodaalisuuden synonyyminä on käytetty myös käsitettä multimediaalisuus, joka viittaa monen eri median yhtäaikaiseen käyttöön (Martikainen-Florath 2001, 191). Multimodaalisuus ja -mediaalisuus poikkeavat siis sisällöllisesti toisistaan. Tässä tutkimuksessa käytetään multimodaalisuuden käsitettä, koska tutkija olen kiinnostunut verkko-oppimateriaalien erilaisista esitysmuodoista, enkä niinkään eri medioiden yhdistämisestä. Myös multimediaalinen näkökulma verkko-oppimateriaalitutkimuksessa olisi kiinnostava, mutta sen olen rajannut tutkimuksen ulkopuolelle.

Verkkomateriaalissa olevia moodeja eli esitysmuotoja ovat muun muassa teksti, kuva, ääni ja liike. Verkkomateriaalissa käytetyt esitysmuodot vaikuttavat opiskelijan tapaan tulkita saamaansa informaatiota. Usein muodot ovat sidottuja toisiinsa ja luovat yhdessä merkityksen. Jos muodon irrottaa kontekstistaan, merkitykset muuttuvat myös. Verkko-oppimateriaalin elementit jaetaan lingvistisiin, auditiivisiin, spatiaalisiin, gesturaalisiin ja visuaalisiin moodeihin. Lingvistinen muoto tarkoittaa kielellistä ilmaisua, kuten äänneistä koostuvia sanoja ja lauseita. Auditiivinen tarkoittaa kuuloaistiin tukeutuvia

esitysmuotoja, joita ovat esimerkiksi puhe, musiikki ja hiiren napautukset. Spatiaalinen liittyy tilan käyttöön, kuten sivun asetteluun, jäsentelyyn, sivun ahtauteen tai väljyyteen. Gesturaalinen muoto on liikkeen havaitsemiseen liittyvä esitysmuoto, joka kattaa kaikki liikkuvat elementit verkossa. Visuaalinen moodi puolestaan tarkoittaa kaikkia näköaistiin tukeutuvia esitysmuotoja, kuvia, videoita ja värien käyttöä. On esitetty, että visuaalinen moodi on yksi verkon tärkeimmistä esitysmuodoista. (Kielikompassi 2003.)

### *Kaksoiskoodauksen teoria*

Multimodaalisen oppimisen taustalla on kaksoiskoodauksen teoria. Teorian mukaan muistijälki paranee, kun muistiin painettava tieto representoidaan sekä verbaalisessa että visuaalisessa muodossa. Kaksoiskoodauksen ideana on se, että informaation käsittely tapahtuu kognitiivisesti kahden rakenteellisesti ja funktionaalisesti erillisen prosessointijärjestelmän avulla. Nämä eri kanavissa syntyvät representationaaliset yksiköt yhdistyvät lopulta toisiinsa tiedonkäsittelijän assosiaatioiden avulla. (Päiviö 1986, Olkinuoran ym. 2001, 24 mukaan; vrt. Baddeley 2000.) Tällainen informaation kaksoiskoodaus vaikuttaa tutkimusten mukaan tehostavasti mieleenpainamiseen, mieleen palauttamiseen ja muistissa pysymiseen (esim. Mayer 1997). Todisteet korkeamman tason oppimisen ja ymmärtämisen tukemisesta ovat kuitenkin harvinaisempia. Kaksoiskoodaus näyttäisi selittävän vain rajoittuneen osan multimedian avulla oppimisesta, sillä teoria painottuu varsin pinnalliseen informaation havaitsemiseen ja vastaanottamiseen. Eräs vaihtoehto kaksoiskoodausmallille on Brunerin teoria kolmesta eri representaatioiden muodostamis- ja koodaustavasta. Teorian mukaan kognitiiviset koodausjärjestelmät kehittyvät eri tahdissa. Tämän lisäksi oppijan tavoitteet tilanteessa vaikuttavat siihen, millä tavoin hän eri esitystapoihin liittyvää informaatiota suhteuttaa toisiinsa. Lisäksi on esitetty, että multimodaalisesta esitystavasta ja sen tarjoamasta vahvasta visualisoinnista saattavat hyötyä enemmän oppijat, joiden aikaisemmat tiedot ovat vähäiset, mutta informaationtulkinnan kyvyt hyvät. (Bruner 1974, Olkinuoran ym. 2001, 24–25 mukaan.)

### *Multimodaalisuus oppimista edistävänä tekijänä*

Tietoverkoissa opiskeltavia asioita on mahdollista esittää ja kuvata käyttämällä useita

erilaisia esitysmuotoja eli representaatioita, kuten tekstiä, kuvaa, videota, animaatiota, ääntä, taulukoita, ynnä muuta grafiikkaa. Erilaisia esitysmuotoja voidaan käyttää irrallisina verkko-oppimateriaalielementteinä tai niiden yhdistelminä tukemaan toisiaan. Tällaisen representaatioiden rikkauden on todettu toimivan paitsi houkuttelevampana oppimateriaalina, niin sen on havaittu myös edistävän asioiden ymmärtämistä siksi, että eri esitysmuodot yhdistävät asioiden abstraktit ja konkreettiset tasot toisiinsa (Kemp, Morrison & Ross 1998, 128–130). Useiden tutkimusten mukaan monien toisiaan tukevien representaatioiden käyttäminen tarjoaa mahdollisuuden visualisoida opittavia asioita ja näin kytkeä asioiden konkreettisia ominaisuuksia ja abstrakteja käsitteitä toisiinsa (Jaakkola 2004; Olkinuora ym. 2001, 23). Kun oppimisen kohteena olevaa informaatiota esitetään multimodaalisesti eli monien toisiaan tukevien ja täydentävien representaatioiden avulla, rakentuu oppijan mielessä laadukkaampia mentaalisia konstruktioita, jotka auttavat ymmärtämään asioita syvemmin (Olkinuora ym. 2001, 133).

Monien toisiaan tukevien representaatioiden käytöstä verkko-oppimisen apuna on osittain ristiriitaisia tutkimustuloksia. Tutkimuksissa ei ole havaittavissa mitään suoraviivaista suhdetta monien representaatioiden käytön ja oppimisen tason välillä, koska oppimiseen vaikuttavat niin monet muutkin tekijät kuin vain käytetty oppimateriaali. Kuitenkin monien representaatioiden käytön on usein havaittu tuottavan parempia oppimistuloksia kuin perinteinen kouluopetus. Ehkä tärkeimpänä selityksenä tälle on esitetty multimeditamateriaalien kykyä visualisoida ja selkeyttää konkreettisten ja abstraktien representaatioiden välisiä yhteyksiä, mikä on havaittu vaikeaksi saavuttaa perinteisen opetuksen keinoin. (de Jong ym. 1998 Olkinuoran ym. 2001, 35 mukaan.) Esimerkiksi eräässä tutkimuksessa fysiikan lyhytkurssilla käytettyjen video-ohjelmien animaatiojaksot edistivät parhaiten monimutkaisten ja vaikeasti havainnoitavien prosessien oppimista. Tutkimustulosten mukaan pelkistetty animaatio auttoi oppijaa kiinnittämään huomiota ilmiön keskeisiin laadullisiin ulottuvuuksiin. (Puukari 2003, 210–214.)

## 2.4 Multimodaalisen verkko-oppimateriaalin haasteet

Monien esitysmuotojen käyttäminen verkko-oppimateriaalissa tarjoaa siis lupaavia mahdollisuuksia. Verkossa on lisäksi aiempaa helpompaa ja halvempaa julkaista monipuolisia multimodaalisia tekstejä. Multimodaalisuus asettaa kuitenkin myös haasteita oppimateriaalin käyttäjälle ja saattaa jopa hidastaa oppimisprosessia. Monien representaatioiden hallitseminen on kognitiivisesti vaativaa, koska kukin eri representaatiomuoto edellyttää oppijalta sen toiminnan ymmärtämistä ja tulkintaa. On esimerkiksi esitetty joitakin kokeellisia tutkimustuloksia, jotka antavat suuntaa siitä, että puheen käyttö sovelluksen ohjaamisessa heikentäisi muistamista hiiren käyttöön verrattuna, koska puhemodaliteetti varaa työmuistin kapasiteettia itselleen ja kuluttaa näin kognitiivista kapasiteettia (Kanninen 2003).

Verkko-oppimateriaalitutkimuksen eräs kysymys on, miten monimuotoisesti esitetty verkko-oppimateriaali olisi kognitiivisesti korkeatasoista (ks. Heikkilä, Nevgi & Haarala-Muhonen 2005). Tehokkaan multimodaalisen verkko-oppimateriaalin nyrkkisääntönä pidetään ylimääräisen informaation eliminointia sekä samanaikaisesti esitettävän informaation yhteenkuuluvuutta. Erityisesti toisiaan tukevan kuvallisen ja kielellisen informaation esittäminen samanaikaisesti on informaationkäsittelyn kannalta tehokkaampaa kuin saman asian esittäminen pelkän tekstin tai kuvan avulla tai niiden esittäminen peräkkäin. Lisäksi yhteenkuuluvan kuvallisen ja kielellisen informaation vastaanottaminen on tehokkaampaa, jos kuvaa tukeva kielellinen osuus on toteutettu puheena kuin jos se on esitetty ruudulla tekstinä. Sen sijaan toisistaan irrallisten asioiden tai liian suuren informaatiomäärän esittäminen samanaikaisesti lisää kognitiivista kuormittavuutta vaikeuttaen oppijan tiedonkäsittelyä. (Nurmi 2004.)

Oppijan tiedonkäsittelykyvyn rajoitusten huomioimisen lisäksi multimodaalisten verkko-oppimateriaalien haasteena on niiden riittävä integroiminen osaksi muuta verkko-oppimisympäristöä. Multimediamateriaaleissa ei ole mitään, mikä tekisi niistä itsestään tehokkaita välineitä, vaan niiden integrointi käyttäjän toimiin voi tuottaa uusia kognitiivisen toiminnan muotoja. Oppimateriaalin ominaisuuksien ohella oppimisessa

vaikuttavat aina myös konteksti, sosiaalinen ja fyysinen ympäristö, oppijoiden aiemmat tiedot ja ominaisuudet sekä omat havainnot, tulkinnat ja muodostetut merkitykset (Resnick, Pontecorvo & Säljö 1997, Olkinuoran 2001, 19 mukaan).

Multimediaoppimisen eräs haaste on (ks. Mayer & Moreno 2002, 110) kuinka itsessään passiivinen multimedia voi tuottaa konstruktivismin mukaista aktiivista oppimista. Konstruktivistinen oppiminen riippuu oppijan kognitiivisesta aktiivisuudesta, jossa skeeman muodostamisen tärkeys on kiistaton. On huomattu, että jotkut opiskelijat omaksuvat parhaiten siten, että asiat esitetään alkaen yksinkertaisesta ja siirtyen kohti monimutkaisempaa. Toiset sen sijaan oppivat parhaiten niin sanotun kaksivaiheisen mallin mukaan (mixed instructional method): ensin kukin oppimisyksikkö esitetään eristettynä kokonaisuudesta, esimerkiksi sanasto, jonka jälkeen elementti liitetään laajempaan kontekstiinsa, esimerkiksi yksittäiset sanat yhdistetään lauseoppiin. (Pollock, Chandler & Sweller 2002.) Useasta eri esitysmuodosta rakentuvat multimodaaliset verkko-oppimateriaalit näyttäytyvät eritasoisille oppijoille erilaisina. Tästä johtuen multimodaalisen verkko-oppimateriaalin haasteena on informaation esittämisen ja havainnollistamisen tehokkuus sekä ajassa että tilassa.

Multimediamateriaalit vaativat opiskelijoilta uudenlaisia oppimisstrategioita. Oppijan täytyy usean eri esitysmuodon samanaikaisen hallitsemisen lisäksi koordinoita eri muotojen sisältämää informaatiota muodostaakseen siitä johdonmukaisen ja yhtenäisen kokonaisuuden. Rajoituksia tälle asettaa ihmisen rajallinen informaation-käsittelykapasiteetti. Jotta monien esitysmuotojen samanaikaisesta käytöstä hyödyttäisiin, on niiden esittämisessä hyvä ottaa huomioon muun muassa kaksoiskoodauksen mahdollisuudet ja rajoitukset. (Olkinuoran ym. 2001, 34.) Aikaisempien tutkimustulosten perusteella näyttää siltä, että verkko-oppimateriaalin kognitiivinen kuormittavuus johtuu ainakin osittain oppimateriaalin multimodaalisesta luonteesta; kuvallisen ja kielellisen koodauskanavan yhteiskäyttö epäonnistuu rajallisen kognitiivisen kapasiteetin vuoksi. Siirryn seuraavaksi käsittelemään tarkemmin verkko-oppimateriaalin kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyviä tekijöitä.

### **3 VERKKO-OPPIMATERIAALIN KOGNITIIVINEN KUORMITTAVUUS**

Multimodaalisissa oppimateriaaleissa informaatiota saattaa olla monessa eri muodossa. Kognitiivinen kuormittavuus syntyy, kun informaation vastaanottajan resurssit eivät riitä suodattamaan kaikkea esitettyä informaatiota tai poimimaan siitä olennaista. Tilannetta kutsutaan myös nimellä kognitiivinen taakka, ”information overload”. (Kanerva, Packalén ja Puttonen 1998, 19.) Käsittelen seuraavaksi verkko-oppimateriaalin kognitiivista kuormittavuutta verkkosivujen käytettävyyden, oppijan tiedonkäsittelyn rajoitusten ja keskeisten kognitiivisten kuormitusteorioiden näkökulmista.

#### **3.1 Kognitiivinen näkökulma verkko-oppimateriaalin käytettävyyteen**

Tutkimuksen teoreettinen tausta näyttäytyy kognitiivisen suuntauksen ja kognitiivis-konstruktivistisen oppimiskäsityksen kontekstissa; tässä verkko-oppimateriaalitutkimuksessa olennaista on verkkosivujen käyttäjän oma aktiivinen toiminta. Hyvän verkko-oppimisympäristön tarkoituksena on herättää opiskelijoiden aiheita koskevia aikaisempia skeemoja sekä luoda yhteenliittymiä opiskeltavan asian ja opiskelijan nykyisten tietorakenteiden välillä (Uusikylä & Atjonen 2000, 129–131). Verkko-oppimisympäristöt soveltuvat hyvin pohjaksi kognitiivisia prosesseja tukevan oppimisympäristön toteuttamiseen. Kognitiivista mallia tukevassa verkko-oppimisympäristössä samaa tietoa tarjotaan useissa eri muodoissa ja eri tavoin jäsenneltynä. Tiedon esitystä monipuolistetaan interaktiivisen multimedian tai erilaisten multimediamuotojen avulla. Verkko tarjoaa myös laajat mahdollisuudet kytkeä opetettava tieto hierarkisesti muuhun tietoon. On kuitenkin huomattava, ettei pelkkä opetusmateriaalin tuottaminen hypertekstimuotoon vielä takaa tehokasta oppimiskokemusta. Koska erilaiset oppijat omaksuvat tietoa eri tavoilla, verkkoympäristöille ominainen tiedon epälineaarinen esitystapa voi jopa vaikeuttaa oppimista. Yksilölliset erot, kuten työmuistin kapasiteetti ja aikaisemmat tiedot vaikuttavat tutkimuksen mukaan hypertekstistä hyötymiseen. On havaittu, että käyttäjät, joilla ei ole aikaisempia tietoja aiheesta, eivät yleensä hyödy hypertekstistä. Hyödyn on

havaittu lisääntyvän siinä tapauksessa, että hyperteksti on rakentunut hierarkisesti ja selkeät linkitykset tukevat käyttöliittymän navigointia. (DeStefano & LeFevre 2005, ks. myös Goldman 2003.)

Tiedon verkottamisen lisäksi verkko-oppimisympäristön on tarjottava kognitiivista taakkaa keventävä käyttöliittymä tiedon löytämiseen ja käsittelyyn ja näin tukea opiskelijan yksilöllisiä kognitiivisia prosesseja. Uuteen tieto- ja viestintäteknikkaan pohjautuvat oppimisympäristöt on suunniteltu hyödyntämään kognitiivisten prosessien hajautettua luonnetta. Ympäristöjen avulla opiskelijan tiedonmuodostuksen tueksi pyritään tarjoamaan erilaisia kognitiivisia resursseja; ohjataan opiskelija järjestelmällisesti rakentelemaan tietoa, hajautetaan oppimisprosessissa syntyvä kognitiivnen kuormitus yksilön ja teknologian välille sekä harjoitetaan systemaattisesti kognitiivisia käytäntöjä, jotka perustuvat kognitiivisten prosessien ulkoistamiseen visualisoinnin välityksellä. (Hakkarainen, Lipponen, Muukkonen & Seitamaa-Hakkarainen 2001, 157.)

Verkko-oppimateriaalin visuaalisen suunnittelun periaatteet nojaavat viime kädessä ihmisen havaintomekanismien ominaisuuksiin. Visuaalisen suunnittelun periaatteita ovat yhtenäisyyden ja tasapainon lisäksi kohteiden mittasuhteiden ja sijaintien vuorovaikutus, kohteiden järjestäminen rytmisesti silmän liikkeitä opastaviksi ja tärkeän kohteen korostaminen. Tasapainoa lisätään jakamalla optinen paino tasaisesti molemmille puolille kuvaa ja ositettujen elementtien yhteenkuuluvuutta korostetaan erilaisin visuaalisin keinoin, kuten värein, yhtenäisin muodoin ja tekstuurein. Toiminnalliset alueet erotetaan toisistaan tyhjällä tilalla tai reunaviivoilla. Visuaalisessa suunnittelussa käyttäjän luonnollisia havaintomekanismeja tuetaan painottamalla aloituspistettä tai havainnollistamalla tehtävän etenemistä tiettyjen tiedossa olevien lainalaisuuksien mukaan: katse siirtyy ylhäältä alas, vasemmalta oikealle, isoista objekteista pieniin, väreistä mustaan ja valkoiseen, kirkkaista väreistä vähemmän kirkkaisiin ja pitkin tasapainoakselia. (Mäntylä 2001, 144–146.) Vain kognitiivisen järjestelmän lainalaisuuksien puitteissa on mahdollista käsitellä uutta tietoa (ks. Nyman & Kanerva

2005, 96). Verkko-oppimateriaalin erilaiset esittämisen tavat ja muodot saattavat kuormittaa tiedonkäsittelyjärjestelmän eri prosesseja, joita käsittelen seuraavaksi.

### **3.2 Tiedonkäsittelyn rajoitukset**

Tiedonkäsittelyprosesseilla tarkoitetaan muistin ja ajattelun toimintoja, jotka asettavat rajat verkko-oppimateriaalin vastaanottamiseen ja käsittelemiseen. Useissa tutkimuksissa ihmisen on todettu pystyvän havaitsemaan samanaikaisesti vain rajallisen määrän informaatiota. Muistin monivarastoteorian mukaan tietoa käsitellään ja varastoidaan sensorisessa varastossa, lyhytaikaisessa muistissa ja pitkäaikaisessa muistissa. Verkko-oppimisympäristöstä aistien avulla saatu ärsyke tulee sensoriseen varastoon ilman tahdonalaista kontrollia ja viipyy siellä noin yhden sekunnin. Tahdonalaisen tarkkaavaisuuden tuloksena ärsyke siirtyy lyhytkestoiseen muistiin, jossa se säilyy 5–20 sekuntia. Ärsykkeen siirtyminen pitkäkestoiseen muistiin edellyttää ärsykkeen prosessointia. Informaatio muokataan yleensä semanttiseen kielelliseen muotoon, jonka jälkeen se siirtyy laajaan pitkäkestoiseen muistiin. (Miettinen 1984, 97–98.) Oppimisessa skeemoilla eli vakiintuneilla havainnon toimintamalleilla on tärkeä asema mieleen painamisessa, muistamisessa ja mieleen palauttamisessa (Winn 1996, 88). Monivarastomallissa siis oletetaan informaation kulkevan säännönmukaista reittiä muistivarastosta toiseen ja samalla informaation käsittelytavassa oletetaan tapahtuvan muutoksia (Miettinen 1984, 98).

Verkko-oppimisympäristössä on usein runsaasti tarjolla erilaista informaatiota. Verkko-oppimateriaalin käyttäjä pystyy kuitenkin vastaanottamaan ja tulkitsemaan kerralla vain vähäisen osan näistä viesteistä. Omat rajansa asettaa ihmisen rajallinen tarkkaavaisuus- ja havaitsemiskapasiteetti. Ihminen voi ottaa tietoisena tarkkaavaisuuden kohteeksi ainoastaan yhden kohteen kerralla. (Hakkarainen, Lonka & Lipponen 2002, 23.) Tärkeää onkin pitää kerralla tarjottava informaatio tiedonkäsittelyn rajoissa karsimalla ylimääräistä kuormitusta aiheuttavia tekijöitä ja keskittymällä aihealueen oppimisen kannalta olennaisiin representaatioihin (Olkinuora ym. 2001, 34; Nyman & Kanerva 2005, 97). Mitä selvemmin jokin viesti erottuu fyysisiltä piirteiltään muusta verkko-



oppimateriaalin ärsykevirrasta, sitä helpompaa on kiinnittää siihen valikoivasti huomiota. Valikointia säätelevät ulkoiset tekijät ovat esimerkiksi suuret, kirkkaat, äänekkäät tai yhtäkkiset ärsykkeet, jotka vetävät huomion puoleensa eli herättävät niin sanotun orientoitumisreaktion. (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 77.) Tarkkaavaisuutta on kuvattu ”resurssiksi”, jonka määrä on rajallinen, mutta käyttö joustava. Mitä enemmän resursseja käytetään yhteen asiaan, sitä vähemmän niitä liikenee muihin toimintoihin. Tutkijoiden mukaan valikoiva katseleminen perustuu aktiiviseen ”informaation poimintaan”, jota ohjaavat havaitsijan tietoon perustuvat odotukset ja ennakkoinnit. (mts., 80.) Toisin sanoen mitä kehittyneempiä verkko-oppimisympäristön käyttämisestä koskevat skeemat ovat, sitä helpompaa siihen liittyvän informaation poimiminen on.

Valikoivan tarkkaavaisuuden lisäksi tiedonkäsittelyä rajoittaa työmuisti. Työmuistin avulla on mahdollista mitata sitä informaation määrää, jonka ihminen pystyy kerralla hallitsemaan. Työmuistin kenties perustavin rajoitus on se, että välittömän muistin kapasiteetin on todettu olevan noin  $5 \pm 2$  hahmotusyksikköä. Lisäksi useat eri tulokset viittaavat siihen, etteivät ihmiset pysty kerralla yhdistämään tietoa useammasta kuin noin viidestä eri lähteestä. On ilmeistä, että ihmisellä on kuitenkin hyvin suuri kapasiteetti organisoida tietoja ja kokemuksia. (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 81.) Jos kuitenkin eri tietojen koordinointi kilpailee rajallisista resursseista, seurauksena on kognitiivinen ylikuormitus (mts., 87). Verkko-oppimisen kognitiivisten prosessien tutkimukseen soveltuu työmuistimalli, jossa työmuistin ajatellaan koostuvan keskusyksiköstä ja kahdesta alavarastosta, jotka ovat visuospatiaalinen lehtiö ja fonologinen silmukka. Nämä kaksi tiedon erillistä koodauskanavaa käsittelevät erilaista informaatiota. Visuospatiaalinen lehtiö käsittelee kuvallista informaatiota ja fonologinen silmukka kielellistä materiaalia, kuten luettua tekstiä. (Baddeley 2000.) On havaittu, että työmuistin visuaalinen alavarasto häiriintyy helposti. Jos verkko-oppimateriaalissa on tarkkaavaisuutta puoleensa vetävää ylimääräistä visuaalista materiaalia, häiritsee se oppimisprosessia. (Nyman & Kanerva 2005, 97.)

Valikoiva tarkkaavaisuus ja työmuistin rajallinen kapasiteetti johtavat siihen, että opiskelija voi kerralla työstää rajallisen informaatiomäärän. Informaatio tulisikin esittää niin, että se on helposti saavutettavissa ja loogisesti jäsentyneenä. Kognitiivista kuormitusta vähentävät myös niin sanotut yksinkertaisuusperiaatteet, jotka ovat ominaisia ihmisen tavalle jäsentää maailman säännönmukaisuuksia. Liian runsaan tai epäloogisesti esitetyn informaatiotulvan edessä tiedon vastaanottaja passivoituu tai ratkaisee ongelman yksinkertaistamalla tiedon valikointia. Mikäli tehtävän suorittaminen edellyttää useamman hahmotusyksikön yhtäaikaista käsittelyä, saattaa se johtaa tiedonkäsittelyn ylikuormitukseen. (Hakkarainen, Lonka & Lipponen 2002, 24.)

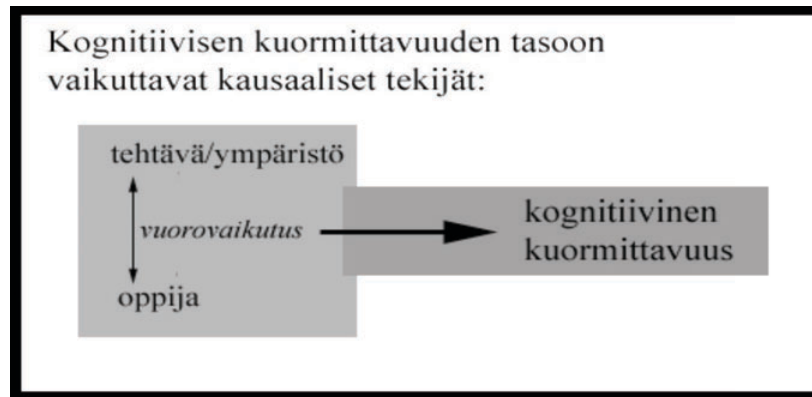
Oppijan informaationkäsittelyn rajoitukset asettavat vaatimuksia verkko-oppimateriaaleille. Fysikaalisesti hajautetun kognition näkökulmassa verkko-oppimateriaalin kognitiivinen kuormitus jaetaan yksilön ja teknologian välille. Hajautettu kognitio tarkoittaa siis tiedonkäsittelyn kuormituksen hajautumista yksilön ja hänen käyttämiensä ajattelun työkalujen välille. Esimerkiksi verkko-oppimisympäristössä erilaisia ilmiöitä esitetään visuaalisesti ja luodaan näin malleja, jotka rakentavat oppijan mielessä siltaa teoreettisten abstraktioiden ja kokemustiedon välille. Taito käyttää hyväksi tiedon ulkoisen esittämisen muotoja on tärkeä edellytys älykkään toiminnan rajoitusten ylittämiseksi. Älykäs toiminta perustuu ajatusten ulkoiseen esittämiseen, joka auttaa kiertämään tiedonkäsittelykyvyn rajoituksia vähentäen työmuistin kuormitusta. (Norman 1993, Hakkaraisen, Lonkan & Lipposen 2002, 141 mukaan; ks. Hakkarainen ym. 2001, 157.)

Kognitiivisen kuormituksen nousulla on varsin suoraviivainen yhteys oppijan mahdollisuuksiin havainnoida ja prosessoida tarjolla olevaa informaatiota. Yhteys oppimiseen on selvä, sillä kognitiivisen kuormittavuuden ylittäessä yksilön tiedonkäsittelykyvyn oppijan suoritustaso laskee. On esimerkiksi todettu, että kun tekstin lisäksi tai sijasta esitetään informaatiota esimerkiksi kuvien tai videoleikkeiden avulla, saattaa informaation tulkinnan kuormittavuus nousta huomattavasti. (Nurmi 2004.) Käsittelyn seuraavaksi verkko-oppimisessa tapahtuvaa kognitiivista kuormittavuutta kognitiivisten kuormitusteorioiden näkökulmista.

### 3.3 Kognitiiviset kuormitusteoriat ja verkko-oppiminen

Kognitiivisen kuormittavuuden tutkiminen on kasvanut multimedian lisääntyessä verkko-oppimisessa. Kognitiivinen kuormitusteoria eli CLT (Sweller 1994; Kirschner 2002) ja multimediaoppimisen kognitiivinen teoria (Mayer 1997) pyrkii selittämään verkko-oppimisen aikana tapahtuvaa työmuistin kuormittumista ja löytämään siten mahdollisimman tehokkaita multimediainformaation esitystapoja. On todettu, että kognitiivista kuormitusta vähentää eri informaatiokanavien, kuten kielellisen ja visuaalisen informaation koodaaminen samaan skeemaan, multimediaoppimisen sääntöjen automatisoituminen sekä usean eri esitysmuodon käyttäminen informaation esittämisessä (Kirschner 2002). Esittelen seuraavaksi pääperiaatteet kognitiivisesta kuormitusteoriasta ja multimediaoppimisen kognitiivisesta teoriasta, joihin tutkimuksen sisällönanalyysirunko perustuu. Havainnollistan ensin kuvion 1 avulla kognitiivisen kuormituksen syntyyn vaikuttavat teoreettiset tekijät (ks. Sweller 1994).

**KUVIO 1.** Kognitiivisen kuormittavuuden syntyyn vaikuttavat tekijät kognitiivisessa kuormitusteoriassa.



#### *Kognitiivinen kuormitusteoria*

Kognitiivinen kuormitusteorian perusoletuksena on työmuistin rajallinen kapasiteetti sekä säilömuisti, jossa rajoitusta ei ole. Säilömuisti muodostuu skeemoista, joihin tieto on järjestäytynyt. Skeemojen automatisoituminen vapauttaa työmuistista kapasiteettia,

koska automatisoitunut toiminta ei kuormita työmuistia. Verkko-oppimisen aikana aiheutuva työmuistin kuormitus jaetaan sisäisiin ja ulkoisiin kuormitustekijöihin. Sisäiset kuormitustekijät syntyvät oppimateriaalin sisällön monimutkaisuudesta. Jos opittava materiaali muodostaa kokonaisuuden, eri osat oppimateriaalista ovat vuorovaikutussuhteessa toisiinsa nähden ja tällöin on tärkeää, että materiaali on opittavissa samanaikaisesti. Jos oppijan on ymmärrettävä usean eri opittavan elementin vuorovaikutus toisiinsa, kognitiivinen kuormitus on korkea. Sen sijaan toisiinsa liittymättömien oppimateriaalielementtien esittäminen peräkkäin ei tutkimusten mukaan lisää oppijan kognitiivista kuormitusta. Ulkoisilla kuormitustekijöillä tarkoitetaan materiaalin esitysmuodon aiheuttamaa kuormitusta. (Sweller & Chandler 1994.) Tutkimuksissa ei ole kuitenkaan empiirisesti todistettu tai löydetty tekniikkaa, jolla erotettaisiin sisäiset ja ulkoiset kuormitustekijät toisistaan (Kirschner 2002). On huomattu, että oppimateriaalin ollessa sisäisesti kuormittavaa on ulkoisen kuormituksen minimointi tärkeää. Ulkoinen kuormitus on verkko-oppimisympäristöissä usein voimakkaampi kuin perinteisissä oppimisympäristöissä sen vuoksi, että oppijan tulee oppimisprosessin aikana yhdistää tietoa useista eri näkymistä ja pitää mielessään, mistä on olennaisen tiedon löytänyt. (Sweller 1994; ks. myös Bannert 2002.)

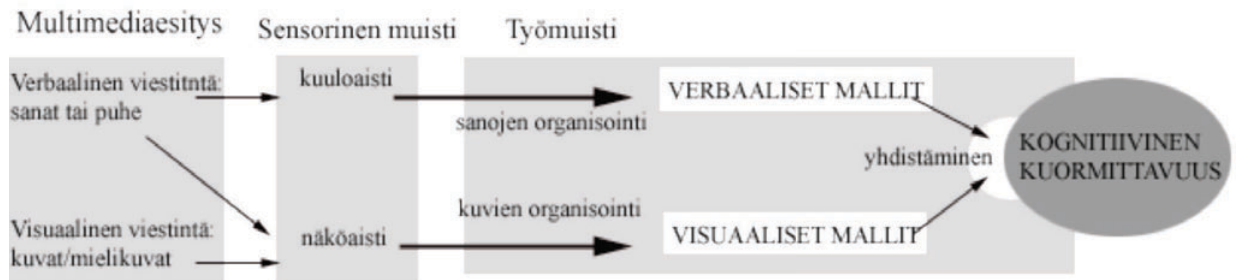
Kognitiivinen kuormitusteoria koskee tarjolla olevan informaation määrää, muotoa ja järjestystä. Jos opiskelutilanteessa tarjolla on liian paljon informaatiota, kaikki tarjolla oleva informaatio ei mahdu työmuistiin, jolloin informaation työstäminen ei ole mahdollista. Verkko-oppimateriaalit ja -oppimistehtävät kuormittavat työmuistia eri tavoin. Jos tehtävä tiedetään ennakolta kuormittavaksi, on tärkeää valita mielekäs informaation esitysmuoto, jotta välttyttäisiin oppimisen hidastumiselta tai estymiseltä. Esimerkiksi yksinkertaiset viivapiirroukset eivät rasita niin paljoa työmuistia kuin valokuvat. Mitä paremmin aikaisempi tieto on järjestetty pitkäkestoisessa muistissa, sitä helpompaa informaation käsittely työmuistissa on. Verkko-opiskelussa mieleen muodostuneilla skeemoilla työmuistin rajoituksia kierretään. (Sweller 1994; Kirschner 2002.)

### *Multimediaoppimisen kognitiivinen teoria*

Multimediaoppimisen kognitiivinen teoria pohjautuu kaksoiskoodausteoriaan, kognitiivisen kuormittavuuden teoriaan (CLT) ja konstruktivistisen oppimisen teoriaan. Kaksoiskoodausteorian mukaan saman, verbaalisen tai visuaalisen koodauskanavan kuormittaminen ylittää oppijan tiedonkäsittelykapasiteetin, jolloin tiedonkäsittely hidastuu tai jopa keskeytyy (Mayer & Moreno 2002, 111). Myös kognitiivisen kuormittavuuden teorian taustalla on ajatus ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmän rajallisuudesta (Mayer 2001, 44). Konstruktivistinen oppimisnäkemys tuo multimediaoppimisen teoriaan mukaan aktiivisen oppimisen ulottuvuuden. Aktiivisen oppimisen prosesseja ovat muun muassa valikointi, järjestäminen ja yhdistäminen (mts., 53). Multimediaoppimisen kognitiivisen teorian pääoletukset liittyvät siis kaksoiskoodaukseen, ihmisen rajalliseen tiedonkäsittelykapasiteettiin sekä aktiiviseen informaation prosessointiin (Mayer 2001, 44).

Multimediaoppimisen kognitiivisen teorian mukaan multimedian avulla tapahtuvaan aktiiviseen oppimiseen sisältyy kolme prosessia. Aluksi oppia havainnoi esitystä ja poimii näkemästään ja kuulemastaan olennaisia kuvia ja sanoja, jotta työmuistiin muodostuisi tärkeistä asioista koostuvat kannat kuville ja sanoille. Tämän jälkeen oppija muodostaa sisäisiä linkkejä valituille sanoille ja kuville kanssa, jolloin syntyy mentaalinen malli sekä visuaalisille että verbaalisille käsitteille. Lopuksi oppija rakentaa ulkoisia yhteyksiä mallien välille ja liittää mukaan aiheen kannalta merkityksellisiä aikaisempia tietojaan. Prosessi tapahtuu niin kutsutussa episodisessa taltiossa, joka kykenee yhdistelemään erimuotoista tietoa. (Mayer 2001, 53; vrt. Baddeley 2000.) Kognitiivinen kuormittavuus syntyy työmuistissa silloin, kun oppijan verbaalisten ja visuaalisten mallien yhdistäminen epäonnistuu tai toista koodauskanavaa kuormitetaan liikaa. Kuviossa 2 havainnollistetaan kahden sensorisen kanavan toiminta ja kognitiivisen kuormittavuuden alue. Kuvio on mallinnettu multimediaoppimisen kognitiivisen teorian pohjalta (ks. Mayer 2001, 44).

**KUVIO 2.** Kahden sensorisen kanavan toiminta ja kognitiivisen kuormittavuuden alue.



Multimediaoppimisen kognitiivisen teorian (Mayer 1997; Mayer & Moreno 2002) avulla tutkitaan erityyppisten materiaalien esitystapojen sekä niiden vaikutusta oppimiseen. Tutkimuksissa on löydetty erilaisia verkko-opetuksen suunnittelussa hyödynnettäviä lainalaisuuksia oppimateriaalin esittämisen suhteen. Mayerin (2003) esiintuomia periaatteita multimedian suunnittelun yhteydessä ovat läheisyysvaikutus, jaetun tarkkaavaisuuden vaikutus, modaliteettiperiaate, johdonmukaisuusperiaate, ylimääräisen/toistuvan materiaalin vaikutus sekä houkuttelevien yksityiskohtien vaikutus. Läheisyysvaikutuksen mukaan oppiminen on syvempää, jos opiskelijan ei tarvi pitää mielessään koko visuaalista materiaalia samalla kun siihen liittyvä kielellinen materiaali esitetään ja päinvastoin. Esitettäessä oppimateriaalia lähekkäin oppija pystyy ylläpitämään työmuistissaan kumpaakin muistiedustusta samanaikaisesti, jolloin niiden yhdistäminen helpottuu. Ajallisen läheisyysvaikutuksen mukaan verrattuna kielellisen ja visuaalisen samanaikaiseen esittämiseen niiden peräkkäinen esittäminen lisää todennäköisemmin oppimateriaalin kognitiivista kuormittavuutta. Avaruudellisella läheisyysvaikutuksella tarkoitetaan sitä, että toisiinsa liittyvä kuva ja teksti kannattaa esittää lähekkäin. Modaliteettiperiaatteen mukaan kahden aistikanavan kautta esitetyn informaation on todettu olevan hyödyksi oppimistilanteessa. Oppiminen on tehokkaampaa, jos oppijan työmuisti ei pääse kuormittumaan, esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, jossa hänen täytyy samanaikaisesti tarkkailla videota ja tekstiä ruudulla. Tällöin kielellinen materiaali on esitetty kirjoitettuna tekstinä ja se kilpailee visuaalisen työmuistin kapasiteetin kanssa. Jos sanat esitetään audiomateriaalina, esimerkiksi puhuttuna tekstinä, sen ei modaliteettiperiaatteen mukaan pitäisi kuormittaa työmuistin

visuaalista alavarastoa. Mikäli oppija joutuu jakamaan tarkkaavaisuuttaan kahden visuaalista aistikanavaa kuormittavan informaatiolähteen välillä, lisääntyy kognitiivinen kuormitus jaetun tarkkaavaisuuden periaatteen mukaisesti. (Mayer & Moreno 2002, 117; Mayer 2003, ks. myös Nyman & Kanerva 2005, 103–104.)

Ylimääräisen/toistuvan materiaalin periaatteen mukaan oppimisen kannalta tarpeeton oppimateriaali, kuten ylimääräinen kuva haittaa oppimista. Materiaalista tulee ylimääräistä silloin, kun sama asia on esitetty jo toisaalla materiaalissa. Johdonmukaisuusperiaatteen mukaan oppiminen on tehokkaampaa, jos kognitiivista kapasiteettia ei tarvitse jakaa ylimääräisen kielellisen tai visuaalisen materiaalin kesken. On selvää, että verrattuna opittavan asian kannalta ytimekkääseen materiaaliin, ylimääräisiä elementtejä täynnä oleva materiaali aiheuttaa helpommin kognitiivista kuormittavuutta. Myös houkuttelevat yksityiskohdat, joiden on tarkoitus herättää mielenkiintoa, kasvattavat työmuistin kuormitusta, koska ylimääräisten yksityiskohtien oletetaan aktivoivan mielessä vääränlaisia skeemoja. (Mayer & Moreno 2002, 117; Mayer 2003.) Myös yksilöllisten erojen periaate on usein esitetty multimediaoppimisen kognitiivisen teorian yhteydessä. Multimediaa on alettu pitää tiedon esittämisen tavan lisäksi myös keinona ottaa yksilöiden väliset erot paremmin huomioon. Aikaisemman tiedon määrällä on todettu olevan vaikutusta siihen, miten oppija hyötyy erilaisista materiaalin esitysmuodoista. Oppijat, joilla on paljon aikasempaa tietoa opiskeltavasta asiasta pärjäävät paremmin lukemalla pelkän tekstin ilman kuvitusta, kun taas aloittelijat hyötyvät enemmän kielellistä informaatiota tukevista kuvista edellyttäen, että kuvat ovat merkityksellisesti integroitu tekstin sanomaan. (Reimann 2003; Mayer & Sims 1994.)

## 4 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Edellä käsitellyn teorian perusteella nousee kaksi keskeistä aluetta kiinnostuksen kohteeksi. Verkko-oppimisessa vaikuttaa toisaalta se, miten oppimateriaali on esitetty verkkosivuilla eli verkko-oppimateriaalien muodot ja toisaalta se, miten nämä erilaiset esitysmuodot yhdistettyinä toisiinsa helpottavat tai vaikeuttavat oppimisprosessia eli kognitiiviset kuormittavuustekijät. Edellä mainittujen keskeisten alueiden yhdistävä, hypoteettinen tekijä on tutkimuksessa verkko-oppimateriaalien multimodaalisuus. Ennakko-oletus verkko-oppimateriaalien multimodaalisuudesta on se, että liian monet erilaiset ja päällekkäiset verkko-oppimateriaalimuodot ja esitystavat saavat aikaan kognitiivista kuormittavuutta.

Tutkimuskysymykset jakautuvat kolmeen pääkysymykseen. Ensimmäinen tutkimuskysymys koskee oppimateriaalimuotoja: *Millaisia Ylen Opinportin Kansalaisen ABC verkko-oppimateriaalit ovat muodoltaan?* Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyy tarkentavia alakysymyksiä: Millaisiin muotoihin, rakenteisiin, vuorovaikutustyyppihin ja lajeihin oppimateriaali pohjautuu? Painotetaanko tiettyjä muotoja?

Toinen tutkimuskysymys koskee verkko-oppimateriaalissa ilmeneviä kognitiivisia kuormitustekijöitä: *Millaisia kognitiivista kuormittavuutta lisääviä tai vähentäviä tekijöitä oppimateriaali sisältää?* Tutkimuskysymyksen alakysymys pyrkii selvittämään näiden eri tekijöiden jakautumista aineistossa tarkemmin: Miten eri kognitiiviset kuormitustekijät ovat verkko-oppimateriaalissa jakautuneet sen eri modaalien kesken?

Kolmas tutkimuskysymys yhdistää verkko-oppimateriaalien muodot ja kognitiiviset kuormittavuustekijät toisiinsa: *Miten multimodaalisuus ilmenee verkko-oppimateriaalissa oppimateriaalimuotojen ja kognitiivisten kuormitustekijöiden näkökulmista?*



## 5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Seuraavaksi tutkimuksen empiirisessä osassa esittelen tutkimuksen toteuttamisen eli aineiston hankinnan, analyysimenetelmät sekä aineiston käsittelyn. Aineiston hankinnan, käsittelyn ja analysoinnin olen toteuttanut kahdessa osassa jakaen ne verkko-oppimateriaalimuotoihin ja kognitiivisiin kuormittavuustekijöihin. Kuvio 3 havainnollistaa tutkimusasetelmaa tarkemmin.

**KUVIO 3.** Tutkimusasetelma



### 5.1 Aineiston hankinta

Tässä tutkimuksessa tiedonhankinnan strategiana ja lähestymistapana on tapaustutkimus. Usein tapaustutkimuksessa käytetään useita tiedonhankintamenetelmiä, joilla tavoitellaan nimenomaan ilmiöiden kuvailemista (Saarela-Kinnunen & Eskola 2001, 159). Tavoittaakseni mahdollisimman monta verkko-oppimateriaalin ulottuvuutta,

käytän aineiston hankinnassa triangulaation menetelmää. Valmiin verkko-oppimateriaalin lisäksi käytän aineiston hankinnan menetelminä havainnointia ja haastattelua, joiden avulla pyrin saamaan myös käyttäjän näkökulman verkko-oppimateriaalin multimodaalisuuteen.

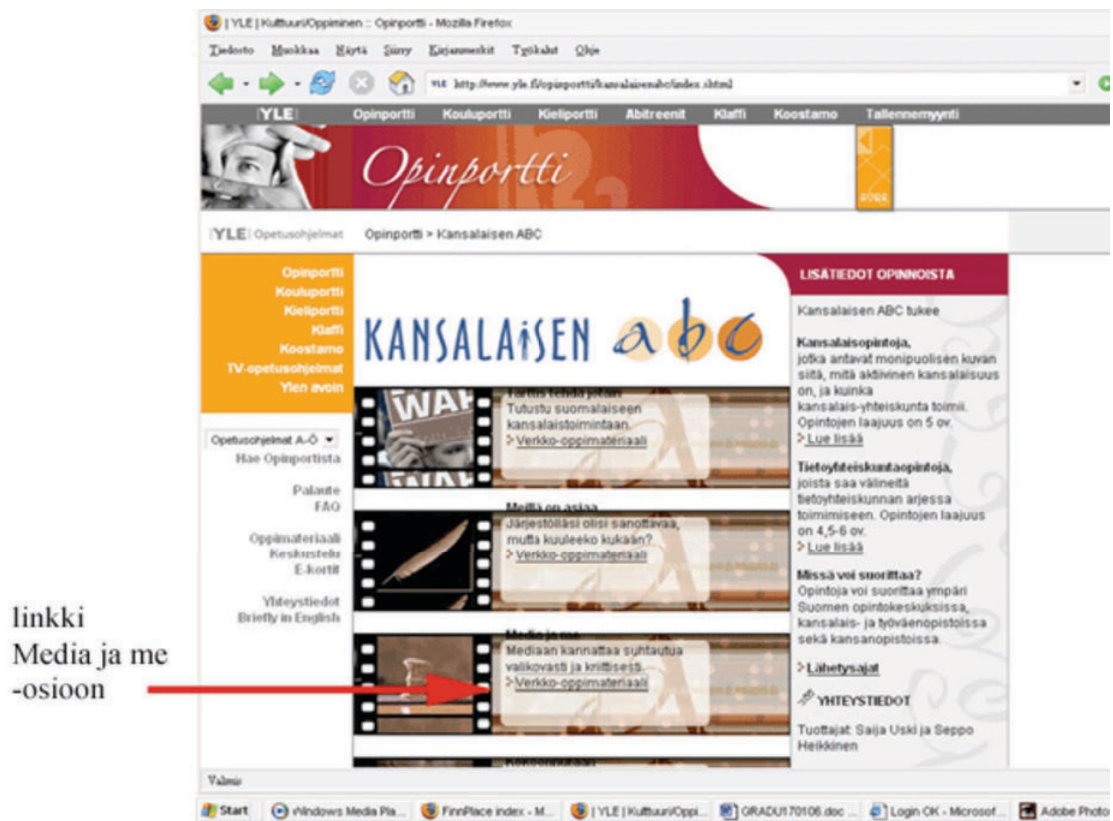
### **5.1.1 Verkko-oppimateriaalimuodot**

Sisällönanalyysin aineistona voi olla mikä tahansa kirjallisessa muodossa oleva aineisto, esimerkiksi median tuottama teksti (Kyngäs & Vanhanen 1999). Aineistonani oppimateriaalimuotojen tutkimisessa ovat Ylen Opinportin verkko-oppimisympäristössä olevat Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalit. Kansalaisen ABC on oma oppimateriaalikokonaisuutensa, irrallaan muusta Opinportin verkko-oppimisympäristön sisällöstä. Verkkosivut löytyvät osoitteesta: <http://www.yle.fi/opinportti/kansalaisenabc>. Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaali on valittu ensisijaisesti YLEN verkko-oppimateriaaliyksikön kiinnostuksesta tutkia Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalin toimivuutta. Kansalaisen ABC on opetuksen ja koulutuksen verkkopalvelu, jonka oppimateriaalit ovat keskittyneet yhteiskunta-, kansalais- ja mediataitoihin ja -tietoihin. Vaikka itseopiskelumateriaalit soveltuvat eri-ikäisille oppijoille, ovat ne profiloituneet eniten aikuisikäisille. YLEN opetusohjelmien käyttöä koskeva tutkimus toteaa, että tietoyhteiskunnan perustaitoja opettavalla Taito-tv:n ja Kansalaisen ABC -opetusohjelmasarjoilla on iäkkäämpää ja koulutustaustaltaan heikompaa katsojajoukkoa verrattuna muihin opetusohjelmiin. Aikuisille suunnattuja opetusohjelmia seuraa lievästi naisvoittoinen ja toimihenkilötaustainen katsojakunta. (Martikainen-Florath 2001, 183.) Kansalaisen ABC:n monimediainen aineisto pohjautuu television ohjelmiin, mutta jokainen kokonaisuus toimii myös itsenäisenä verkko-oppimateriaalina sisältäen tekstin lisäksi kuva-, ääni- ja videoleikkeitä.

Koska Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalin eri osat toistuvat rakenteeltaan samanlaisena, valitsin satunnaisotannalla koko materiaalia edustamaan yhden osioista (Media ja me), joka koostuu viidestä erillisestä oppimateriaaliosastaan. Näihin viiteen alaosaan kuuluu kuhunkin pääsivun lisäksi kolme osaa: Videoteekki, Virikepaja sekä

Hyötylinkit. Videoteekki esittelee aiheeseen liittyvän asian sekä teksti- että videoleikkeinä. Virikepaja tarjoaa täydentävää materiaalia ja erillisiä tehtäviä. Hyötylinkit-sivulle on kerätty aiheeseen liittyviä linkkejä ja ulkopuolisten tekijöiden laatimaa materiaalia. Kuvio 4 esittää havainnollistaa Kansalaisen ABC -verkko-oppimateriaalin aloitussivua.

KUVIO 4. Kansalaisen ABC –verkkosivuston aloitussivu.



### 5.1.2 Kognitiivinen kuormittavuus

Kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvän aineiston hankin kahdessa eri vaiheessa videoimalla ja haastatteleamalla yhteensä viittä informanttia. Valitsin henkilöt heidän tietokoneenkäyttötaitonsa ja kokemuksensa mukaan. Valintaan vaikutti myös henkilöiden erilainen kokemus verkkokursseista ja verkko-opiskelusta. Lisäksi

olennaista oli, että osa informanteista (A ja B) sopivat aikaisempaan kuvaukseen Ylen verkko-oppimateriaalin tyypillisistä käyttäjistä (Martikainen-Florath 2001, 183). Tietokoneenkäyttötaidot sekä kokemus Internetin käytöstä ja verkko-opiskelusta ovat tutkimuksen kannalta merkityksellisiä muuttujia. Käyttötaidot ja kokemukset perustuvat ensisijassa informanttien omiin arvioihin. Seuraavaksi esittelen informantit ja heihin liittyvät olennaiset taustatiedot ja -muuttujat, jotka on koottu myös taulukoksi liitteeseen 1. Tarkempien tietojen antamiseen informantit eivät antaneet lupaa tunnistettavuuden vuoksi.

### *Informantit (A–E)*

Informantti A on 52-vuotias, etelä-pohjanmaalainen terveydenhoitoalalla työskentelevä nainen. Informantilla on alle kaksi vuotta kokemusta tietokoneen ja Internetin käytöstä. Henkilö käyttää tietokonetta päivittäin töissä ja vapaa-ajalla pari kertaa viikossa. Eniten aikaa kuluu asiakasrekisterin ylläpitoon, tekstinkäsittelyyn (MS Office Word), sähköpostin käyttämiseen ja Internetin selailuun (Internet Explorer -selain). Henkilö kuvailee, että tietokoneen ja sovellusten käyttötaidot vastaavat perustasoa. Informantilla ei ole minkään tyyppistä kokemusta verkko-opiskelusta.

Informantti B on 53-vuotias, etelä-pohjanmaalainen vakuutusosalalla työskentelevä mies. Tietokoneen käytöstä kokemusta on kertynyt 6–7 vuotta. Sen sijaan Internetin käytöstä henkilöllä on kokemusta alle kolme vuotta. Henkilö käyttää tietokonetta päivittäin töissä ja vapaa-ajalla muutaman kerran viikossa. Eniten aikaa kuluu asiakasrekisterin ylläpitoon (asiakashallintajärjestelmä Asha sekä auto- ja liikennevakuutusjärjestelmä Ratti), tekstinkäsittelyyn (MS Office -ohjelmat), sähköpostin käyttämiseen ja Internetin selailuun (Internet-selaimet). Tietokoneen ja sovellusten käyttötaidot ovat keskinäiset. Varsinaisista verkkokursseista henkilöllä ei ole kokemusta, mutta itsenäisestä verkko-opiskelusta kokemusta on jonkin verran.

Informantti C on 27-vuotias, helsinkiläinen vieraiden kielten opettajana työskentelevä nainen. Informantti on käyttänyt tietokonetta ja tietoverkkoja koko opiskelunsa ajan ja sen jälkeen työelämässä, yhteensä 8–9 vuotta, josta Internetin käyttökokemusta on noin

7 vuotta. Henkilö käyttää melko aktiivisesti tietokonetta, noin 5 kertaa viikossa. Eniten aikaa kuluu opetusmateriaalin tekemiseen tai etsimiseen Internetistä ja sähköpostin käyttämiseen. Henkilö kuvailee, että tietokoneen ja sovellusten käyttötaidot ovat keskinkertaiset; hyvät tekstinkäsittelyssä ja keskitasoiset Internetin käytössä. Eniten henkilö käyttää Internet-selaimilla sähköpostia ja sanakirjasovelluksia (Explorer, Webmail, Outlook), tekstinkäsittelyohjelmia (MS Office Word) sekä videon ja audion soitto-ohjelmia (Mediaplayer ja Power DVD). Verkkokursseilla opiskelusta informantilla ei ole kokemusta, mutta hän on avustanut kansanopiston suomen kielen verkkokurssin järjestämisessä. Itsenäisestä verkko-opiskelusta kokemusta on kertynyt huomattavan paljon.

Informantti D on 28-vuotias nainen ja helsinkiläinen kasvatustieteiden maisteri. Informantti on käyttänyt tietokonetta ja tietoverkkoja noin 13 vuoden ajan, josta Internetin käyttökokemusta on noin 10 vuotta. Henkilö käyttää päivittäin tietokonetta; aikaa kuluu eniten sähköpostin käyttämiseen, pankkiasioiden hoitamiseen, aikataulujen tarkistamiseen ja tiedonhakuun. Tietokoneen käyttötaidot ovat yleisesti hyvät, erityisesti kuvan- ja tekstinkäsittely sekä Internetin käyttötaidot, mutta esimerkiksi ohjelmointitaidot ovat perustasoa. Eniten henkilö käyttää Internet-selaimilla sähköpostia ja keskusteluohjelmia (Explorer, Webmail, Outlook, Skype, MS Messenger), MS Office-ohjelmia (Word, Excel) sekä videon ja audion soitto-ohjelmia (Realplayer, Mediaplayer, QuickTime Player ja IntervideoWinDVD). Lisäksi henkilöllä on kokemusta hieman kuvankäsittely- ja taitto-ohjelmista (Adobe Photoshop, Quark Mac-ympäristössä). Henkilöllä ei ole kokemusta varsinaisista verkkokursseista, mutta itsenäisestä verkko-opiskelusta sen sijaan huomattavan paljon. Itsenäinen verkko-opiskelu on ollut aktiivista ja säännöllistä ja liittynyt enimmäkseen tiedonhakuun sekä vieraiden kielten kielioppiharjoitusten tekemiseen.

Informantti E on 26-vuotias nainen ja tamperelainen tiedotusopin opiskelija. Informantti on käyttänyt tietokonetta ja Internetiä aktiivisesti noin 8 vuoden ajan. Henkilö käyttää päivittäin tietokonetta sekä töissä että vapaa-ajalla; aikaa kuluu eniten sähköpostin käyttämiseen ja tiedonhakuun. Henkilöllä on hyvät tietokoneen ja sen perussovellusten käyttötaidot. Eniten hän käyttää yleisimpiä Internet-selaimia ja sähköpostiohjelmia

(Explorer, Netscape, Mozilla Firefox, Webmail, Outlook, MS Messenger, Lotus Notes) sekä MS Office -ohjelmia (Word, Excel, Powerpoint). Lisäksi henkilöllä on hieman kokemusta Adobe Photoshop -kuvankäsittelyohjelmasta. Informantilla on kokemusta kahdesta verkkokurssista: englannin kielen ja kansainvälisen politiikan kurssit vuonna 2002. Lisäksi henkilö on osallistunut graduseminaariin vuonna 2004, joka järjestettiin osittain verkkokurssina. Sen sijaan kokemusta itsenäisestä verkko-opiskelusta tiedonhakua lukuun ottamatta ei ole.

### *Videointi 1*

Aineiston kerääminen informanteilta tapahtui kahden eri videoinnin avulla. Videoin haastattelut kesäkuussa 2005. Ensimmäistä videointia varten pyysin informantteja käyttämään Kansalaisen ABC oppimateriaalin Media ja me -osion kolmatta alaosaa *Media myyttien luojana* ([www.yle.fi/opinportti/kortit/mediajame/jakso3](http://www.yle.fi/opinportti/kortit/mediajame/jakso3)). Informantit käyttivät verkko-oppimateriaalia vapaassa järjestyksessä ilman aikarajoitusta niin, että he pystyvät vastaamaan esittämäni kysymykseen *Mitä tarkoittaa myytti ja mitä tarkoitetaan metonymialla?* Aluksi jokainen informantti sai ohjeet ja lyhyen selvityksen videoinnin päämääristä, jotka on koottu myös liitteeseen 2. Informantit käyttivät kannettavaa Compaq Armada M700 -tietokonetta. Käyttöjärjestelmänä tietokoneessa oli Windows XP ja selaimena Internet Explorer. Verkkoyhteys oli DSL-pohjainen laajakaistayhteys. Lisäksi tietokoneeseen oli asennettu valmiiksi RealPlayer-soitin videoleikkeitä varten. Ensimmäisen videoinnin aikana tein havaintomuistiinpanoja informanttien toiminnasta verkkoympäristössä ja heidän verkkomateriaalia koskevista kommentistaan ja kysymyksistään. Muistiinpanot koskivat sekä tietokoneen että verkko-oppimateriaalin käyttämistä. Havainnoinnin tarkoitus oli tukea haastatteluaineistoa. Ensimmäisten videointien kestot vaihtelivat kuudesta ja puolesta minuutista lähelle yhtätoista minuuttia. Videointi 1 kesto informanteilla A–E: 10.50, 7.05, 6.35, 8.00 ja 10.05 minuuttia. Videomateriaalia syntyi yhteensä 42.30 minuuttia.

### *Videointi 2*

Toisessa videoinnissa katsoimme televisioruudulta yhdessä kunkin informantin kanssa ensimmäisen videoinnin, jonka aikana pyysin heitä vapaasti kertomaan, mitkä tekijät

verkko-oppimateriaalissa helpottivat ja mitkä taas vastaavasti vaikeuttivat tehtävän tekemistä ja materiaalin läpikäymistä (ks. Liite 2). Kysymyksillä pyrin rajaamaan informanttien vastauksia verkko-oppimateriaalin ulkoisia kuormitustekijöitä koskeviksi, koska tarkoitus on tutkia verkko-oppimateriaalin ulkoisia kognitiivisia kuormitustekijöitä. Nauhoitin haastattelun siten, että kuvasin samalla aikaisemmin videoitua äänetöntä kuvaa. Haastattelun muoto oli avoin haastattelu, jossa oli kuitenkin teemahaastattelun piirteitä: kysyin informanteilta muutamia stimuloivia kysymyksiä ja tein tarkennuksia. Haastattelun aikana pysäytin tarvittaessa videokuvan, esimerkiksi jos kyseisestä kohdasta oli runsaasti kommentoitavaa. Näin toisen videoinnin kokonaiskestoksi tuli hieman edellistä pidempi, yhteensä 51.30 minuuttia. Tästä toisesta videoinnista syntyi kognitiivisiin kuormittavuustekijöihin liittyvä haastatteluaineisto. Koska informantit käyttivät muistinsa tukena edellistä videointia, luonnehdin aineistonhankintamenetelmää 'stimulated recall' -menetelmäksi.

## **5.2 Aineiston käsittely ja analysointi**

Käyn seuraavaksi läpi aineiston käsittelyn ja analysoinnin prosessit. Kuvaan ensin käyttämiäni analyysimenetelmiä, jonka jälkeen kuvaan tarkemmin erityyppisten aineistojen käsittelyä. Tutkimusaineiston käsittelyn olen jakanut kahteen osaan; verkko-oppimateriaaliaineiston ja kognitiiviseen kuormitukseen liittyvän aineiston analysointiprosessit kuvataan erikseen.

### **5.2.1 Analyysimenetelmistä**

Analyysimenetelmä tutkimuksessa on sisällönanalyysi sekä oppimateriaalimuotojen että kognitiivisten kuormittavuustekijöiden analysoimisessa. Sisällönanalyysi on tapa kuvailla ja kvantifioida tutkittavaa ilmiötä (Kyngäs & Vanhanen 1999, 3). Verkko-oppimateriaalien muotojen erittely on lähinnä luokittelevaa ja kuvailevaa, kun taas kognitiivisten kuormittavuustekijöiden ja niiden piirteiden analysointi on kuvailun lisäksi tulkitsevaa. Koska sisällönanalyysin luokitusrunko pohjautuu aikaisempaan

teoriaan, tutkimuksen analyysimenetelmä on deduktiivista eli teorialähtöistä (Tuomi & Sarajarvi 2002, 98). Deduktiivisessa sisällönanalyysissa koodit, kuten LOM-standardi ovat peräisin teoriataustasta ja aineisto sijoitetaan näihin valmiisiin koodeihin eli analyysi on aikaisemmasta käsitejärjestelmästä lähtevää (Kyngäs & Vanhanen 1999, 5).

Analyysimenetelmää oppimateriaalimuotojen määrittelyssä kuvaa pikemminkin kvantitatiivinen sisällönanalyysi, johon liittyy sisällön erittely siten, että tutkimuksessa saadut tulokset esitellään täsmällisessä määrällisessä muodossa (ks. Pietilä 1976, 51). Kyngäs ja Vanhanen (1999, 4) käyttävät termiä sisällönanalyysi myös kattamaan aineiston kvantifioinnin sanallisen kuvaamisen lisäksi. Kognitiivisiin kuormitus-tekijöihin liittyvän haastatteluaineiston analysoin kvalitatiivisen sisällönanalyysin keinoin, jossa keskeistä on laadullisen aineiston sanallinen kuvaaminen. (Eskola & Suoranta 1998, 165).

### **5.2.2 Verkko-oppimateriaaliaineiston käsittely**

Sisällönanalyysi on kommunikaation ilmisisällön objektiivisen ja systemaattisen selittämisen tutkimusmenetelmä, joka soveltuu myös aineiston määrälliseen kuvailuun (Pietilä 1976, 51; ks. myös Berelson 1952, 18). Sisällönanalyysissä dokumenttien sisältöä selitetään muiden ilmiöiden avulla tai muita ilmiöitä dokumenttien avulla. Tässä tutkimuksessa multimodaalisuutta pyrittiin selittämään muun muassa verkko-oppimateriaalimuotojen avulla. Verkko-oppimateriaalin muodon kuvaamisessa apuna käytettiin Learning object metadata -standardia, johon analyysirunko liitteessä 3 perustuu. LOM-standardin suomalaisen version on laatinut Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus Opetusministeriön toimeksiannosta kansainvälisen version 6.1 pohjalta (Kurkela & työryhmä 2001). Analyysirunko on strukturoitu, joten aineistosta poimittiin vain asioita, jotka sopivat analyysirunkoon (Patton 2002). Tällöin on kyse käsitteiden tai mallin, tässä tapauksessa LOM-standardin testaamisesta.

Oppimateriaalimuotojen kvantitatiivisen sisällön analyysin ensimmäinen vaihe oli analyysiyksikön määrittäminen. Verkko-oppimateriaalin muoto käsittää tässä



tutkimuksessa mediaelementtien tallennusmuodot, rakenteen, vuorovaikutustyyppin ja oppimateriaalilajin. LOM-määrittelyn olennainen käsite on 'learning object'. Sillä tarkoitetaan digitaalista tai ei-digitaalista mediaelementtiä, jota hyödynnetään oppimisessa, opetuksessa ja opiskelussa (IEEE 2002). Erilaisia mediaelementtejä ovat kuvat, tekstit, sovellukset ja muut verkossa käytettävät esitysmuodot, jotka järjestellään niin, että ne muodostavat tietynlaisen rakenteen. On huomattava, että käsitteet oppimateriaaliyksikkö ja oppimisaihio puolestaan tarkoittavat yhtä mielekästä oppikokonaisuutta, joka kokoaa samaan aiheeseen liittyvät oppimisyksiköt yhdeksi kokonaisuudeksi. (Nokelainen 2002; Kröger 2003.) Tässä yhteydessä ei käytetty kaikkia LOM-standardin esittämiä määrittelyjä, vaan tutkimuksen ja oppimateriaalin muodon määrittelyn näkökulmasta relevantteja määrittelyjä. Koska tutkimuksessa on kyse oppimateriaalista eikä mistä tahansa digitaalisesta materiaalista, muodon määrittelyssä otettiin huomioon tallennusmuodon ja rakenteen lisäksi joitakin opetuksellisia piirteitä, kuten vuorovaikutustyyppi ja oppimateriaalilaji.

Kuten tallennusmuotojen myös oppimateriaalin rakenteen määrittely sisältyy LOM-standardin ryhmään *Yleistä*. Rakenteella tarkoitetaan oppisisällön sisäistä rakennetta, joka voi olla alkeisosista koostuva, kokoelma, verkkomainen, hierarkkinen tai lineaarinen. Kanerva, Packalen ja Puttonen (1998, 58) vastaavasti käyttävät multimeditamateriaalin rakenteesta käsitteitä kalanruoto (vrt. kokoelma), puu (vrt. hierarkkinen), tori (vrt. verkkomainen) ja matriisi. LOM-määrittelyssä alkeisosista koostuva tarkoittaa kohdetta, joka on jakamaton. Kokoelma taas on joukko kohteita, joiden välillä ei ole relaatiota. Kokoelma edustaa eräänlaista välimuotoa perinteisten rakenteiden ja verkkorakenteen välillä. Verkkomainen rakenne tarkoittaa joukkoa toisiinsa liittyviä kohteita, joiden relation luonnetta ei ole määritetty. Kohteet siis liittyvät toisiinsa tarkemmin määrittelemättömällä tavalla. Hierarkkinen rakenne koostuu kohteista, joiden väliset relaatiot voidaan kuvata puurakenteena. (IEEE 2002; ks. Kröger 2003, 90.) Verkkoppimateriaalin rakenteen tarkasteluun kuuluu myös rakenteisuuden tason määrittäminen. Rakenteisuuden tasolla tarkoitetaan oppisisällön toiminnallisen rakenteisuuden tasoa, joka on joko digitaalinen raaka-aine tai sen osat, alkeisosista muodostuva kooste, edellisen tason rakenneosista muodostuva kokonaisuus tai laajin

taso. Digitaalinen raaka-aine tarkoittaa yksittäistä mediaelementtiä, kuten kuvaa tai videoleikettä. Alkeisosista muodostuva kooste on html-dokumentti, johon sisältyy kuvia tai opiskeltava jakso. Seuraava rakenteisuuden taso on html-dokumenteista ja niitä linkittävistä hakemistosivusta muodostuva verkko. Kun taas laajin taso on määritelty opintojaksojen kokonaisuudeksi tai projektiksi. (IEEE 2002.) Oppimateriaalin rakenteen selvittämisessä käytettiin hyväksi sitä, että aineistoa jaettaessa osiin määriteltiin samalla niiden tasot sen mukaan, kuuluiko osa pääsivun tasolle vai toiselle tai kolmannelle tasolle.

Vuorovaikutustyyppin ja oppimateriaalilajin määritykset sisältyvät LOM-standardin ryhmään *Opetukselliset ominaisuudet*. Muita opetuksellisia ominaisuuksia ovat standardin mukaan vuorovaikutuksen määrä, asiasisällön tiiviys, kohderyhmä, opintojen luonne, ikäsuositus, vaikeustaso, opiskeluun kuluva aika, käyttötapakuvaus ja kohderyhmän kieli. Vuorovaikutustyyppillä tarkoitetaan vuorovaikutusta opiskelijan ja oppimateriaalin välillä. Vuorovaikutus voi saada arvot esittävä, aktiivinen, yhdistelmä tai määrittelemätön. Esittävä oppimateriaali esittää tietoa, mutta se ei vaadi oppijalta palautetta. Esittävyys tarkoittaa esimerkiksi luettavaa, katsottavaa, kuunneltavaa tai muuten kontrolloitavaa materiaalia. Materiaalia kutsutaan esittäväksi myös silloin, kun opiskelijalla on mahdollisuus navigoida itsenäisesti hypertekstirakenteessa. Esittävät materiaalit sisältävät erilaisia mediaelementtejä, kuten teksti-, video- ja äänielementtejä. LOM-määrityksen mukaan esittäviä materiaaleja ovat hyperteksti, video, graafinen materiaali ja audiomateriaali. Aktiivinen oppimateriaali sen sijaan vaatii oppijalta semanttisesti merkittävää palautetta tai muunlaista tuotosta, joka ei välttämättä tapahdu oppimateriaalin puitteissa. Aktiiviset materiaalit ovat tyypillisiä tekemällä oppimiselle. Aktiivisia materiaaleja ovat simulaatiot, kysymyssarjat, kokeet tai ongelmanasettelut. (IEEE 2002.) Oppimateriaalilajilla tarkoitetaan materiaalin erityisluonnetta. Oppimateriaalin laji voi olla harjoitus, simulaatio, kysymyssarja, kaavio, kuva, piirros, luettelo, kalvo, taulukko, kertova aines, koe, kokeilu, ongelman asettelu, itsearviointi tai luento. Lajimäärittely liitettynä vuorovaikutustyyppimäärittelyyn antaa (Kröger 2003) yleisellä tasolla tietoa verkko-oppimateriaalien genrestä. Jos verkko-oppimateriaali sai arvokseen useamman lajin, hallitsevin piirre ilmaistiin silloin ensimmäisenä.

Kvantitatiivisen sisällönanalyysin vaiheet noudattelevat kvalitatiivisen sisällönanalyysin kulkua, jolloin aineiston analysointi alkaa aineiston pelkistämällä, jonka jälkeen pelkistetyt ilmaukset ryhmitellään (ks. Kyngäs & Vanhanen 1999). Tutkittava ilmiö yhdistettiin konkreettiseen sisältöön, tässä tapauksessa verkko-oppimateriaalin muotoihin analyysiyksiköiden avulla. Analyysiyksiköllä tai Pietilän termien alkioilla tarkoitetaan kaikkia sellaisia merkityssisällön mukaan määräytyviä sisällön osia, kuten verkko-oppimateriaalin tallennusmuodot, joiden katsotaan ilmaisevan tutkittavaksi asetettua ilmiötä. (Pietilä 1976, 93–94.) Kaikkia niitä alkioita, joiden katsoin ilmaisevan yhtä ja samaa ilmiötä, pidin tätä ilmiötä vastaavan sisältöluokan indikaattorina. Kokosin sisältöluokat luokitusrunkoon, joka siis sisältää kaikki tutkimuksessa käytettävät sisältöluokat määritelmien. Luokitusrunko on verrattavissa kysely- tai haastattelulomakkeeseen, koska siinä määritellään mihin ilmiöihin tutkittavassa sisällössä kiinnitetään huomiota. (mts., 101.) Jatkoin analyysia kvantifioimalla eli ryhmittelemällä karkeasti keskeisimmät luokat sekä laskemalla ja taulukoimalla alkioiden esiintymistiheydet. Sisällönanalyysillä tähdätään tiivistettyyn ja yleisessä muodossa olevaan kuvaukseen tutkittavasta ilmiöstä. Analyysin lopputuloksena saatiin tutkittavaa ilmiötä kuvaavia kategorioita. Usein sisällönanalyysi on määritelty prosessina, jossa tuotetut kategoriat kvantifioidaan, mutta joidenkin määritelmien mukaan sisällönanalyysi päättyy siihen, kun kysytään, kuinka monta kertaa jokin asia ilmenee aineistossa (Kyngäs & Vanhanen 1999, 45).

### **5.2.3 Kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvän aineiston käsittely**

Kognitiivisiin kuormittavuustekijöihin liittyvän haastatteluaineiston analysoin kvalitatiivisin sisällönanalyysin keinoin siten, että analyysin pääpaino oli aineiston laadullisten ominaisuuksien sanallisessa kuvaamisessa. Strukturoitu analyysirunko (ks. syntyi kognitiiviseen kuormitusteorian sekä multimediaoppimisen kognitiiviseen teorian pohjalta ja se esitetään liitteessä 4. Analyysiyksiköksi muodostui luontevasti sekä edellä mainittuihin teorioihin että verkko-oppimateriaalimuotoihin liittyen verkko-oppimateriaalin tallennusmuodot. Aloitin aineiston käsittelyn havaintomuistiinpanojen

purkamisella. Käsien kirjoitetuista havainnointimuistiinpanoista alleviivasin verkko-oppimateriaalin käyttämiseen liittyvät kommentit ja informanttien toimintaa verkko-oppimateriaalissa kuvaavat merkinnät. Yhdistelin eri informantteja koskevat huomiot samojen otsikoiden alle, kuten eteneminen, hiiren liikkeet, kysymykset ja kommentit.

Aineiston käsittelyn seuraavassa vaiheessa litteroin video- ja audiomuotoisen haastatteluaineiston. Litteroitua tekstiä syntyi yhteensä 9 A4-sivua (fonttikoko 12, riviväli 1). Videoaineiston litteroimisen jälkeen tutustuin aineistoon useita kertoja alleviivaten ja lihavoiden tekstinkäsittelyohjelmassa analyysiyksikön mukaisia raakahavaintoja. Seuraavaksi poimin tekstistä tutkimuskysymyksen kannalta olennaiset ilmaukset eli verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottaviin ja vaikeuttaviin tekijöihin liittyvät sanat ja lauseet. Nostin näistä ilmauksista esiin oppimateriaalin ulkoisia tekijöitä eli tallennusmuotoa, rakennetta, vuorovaikutustyyppiä ja oppimateriaalilajia koskevat kommentit erilleen muusta aineistosta. Pelkistin kommentit suppeammiksi ilmaisuiksi seuraaviin luokitusrunгон mukaisiin kategorioihin: M (modaliteettiperiaate) AL (ajallisen läheisyyden vaikutus), AVL (avaruudellisen läheisyyden vaikutus), JT (jaettu tarkkaavaisuus), Y (ylimääräinen/toistuva tai houkutteleva materiaali) ja YK (yksilöllisyys).

Analyysin edetessä yhdistelin ilmauksia edelleen suppeampiin kategorioihin, joiden abstraktiotasoa nostin vaihe vaiheelta. (ks. Tuomi & Sarajärvi 2002, 102–103.) Esimerkiksi kaikki ajallista tai avaruudellista läheisyyttä koskevat ilmaukset pelkistyivät yhteen ja samaan kategoriaan. Pelkistin analyysin kohteena olevan aineistoni siis ensin raakahavainnoiksi, jonka jälkeen karsin havaintomäärää edelleen havaintoja ryhmittelemällä. Abstraktiotason noustessa huomasin, että ajalliseen ja avaruudelliseen läheisyysvaikutukseen liittyvät ilmaukset koskivat aina aikaa ja tilaa, eikä niitä välttämättä voinut erottaa toisistaan, joten ne yhdistettiin omaksi luokakseen. Jaettua tarkkaavaisuutta sekä ylimääräisiä ja houkuttelevia materiaaleja koskevat havainnot liittyivät melkein poikkeuksetta modaliteettiin eli eri esitysmuotoihin, joten kategoriat yhdistyivät lopulta oppimateriaalimuotojen luokkaan. Omaksi luokakseen jäi yksilöllisyys, joka lopulta koostui sellaisista ilmauksista, jotka liittyivät tasaisesti

luokitusrunгон jokaiseen kategoriaan, mutta joissa erityistä oli nimenomaan yksilöllisyyden korostuminen. Liittessä 4 kuvataan analyysirungon lisäksi myös analyysissä syntyneet uudet kategoriat sekä lopulliset luokitukset.

Laadullinen tutkimusanalyysi koostuu kahdesta vaiheesta, havaintojen pelkistämisestä ja ”arvoituksen ratkaisemisesta” eli tulosten tulkinnasta (Alasuutari 1994, 30). Arvoituksen ratkaisemiseksi pyritään muotoilemaan koko aineiston kattavia sääntörakenteita eli etsimään havaintojen yhteistä piirrettä, joka pätesi koko aineistoon. Analysoinnin viimeisessä vaiheessa tapahtuu abstrahointi, jossa analyysissä kerätty aineisto hajotetaan käsitteellisiksi osiksi ja synteessin avulla näin saadut osiot kootaan uudelleen tieteellisiksi johtopäätöksiksi. Toisin sanoen johtopäätökset eivät enää edusta vain tutkittavaa tapausta, vaan siirtyvät yleisemmälle teoreettiselle tasolle. (Grönroos 1985, 145.) Pyrinkin lopuksi tuottamaan abstrahoinnilla sellaisia kategorioita, joiden avulla tutkittava ilmiö eli multimodaalisuus käsitteellistetään analyysin lopputuloksena. Abstrahoinnin seurauksena syntyivät lopulliset verkko-oppimateriaalin kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvät kategoriat, jotka olivat oppimateriaalimuodot, ajan- ja tilankäyttö sekä yksilöllisyys.

## 6 TUTKIMUSTULOKSET

Esitän seuraavaksi tutkimustulokset. Ensin verkko-oppimateriaalimuotoihin ja kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvät tulokset, jotka vastaavat kahteen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvät tulokset on jaettu kahteen osaan: ensin havainnointimuistiinpanoista esiin nousseet huomiot valottavat informanttien toimintaa tarkemmin ja sitten informanteilta kerätystä haastatteluaineistosta analysoidut tulokset vastaavat toiseen tutkimuskysymykseen. Kolmanteen, verkko-oppimateriaalien multimodaalisuutta koskevaan tutkimuskysymykseen vastataan lopuksi.

### 6.1 Verkko-oppimateriaalin muotoihin liittyvät määritykset

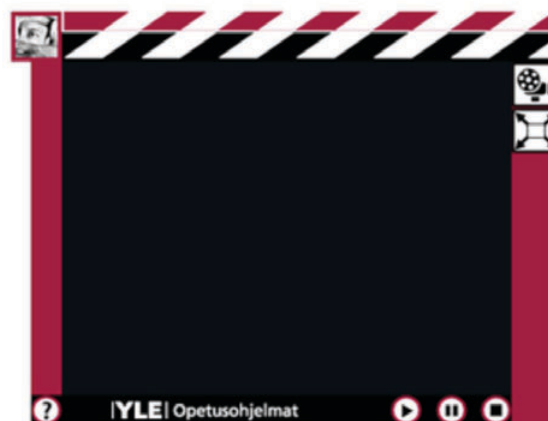
Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen *Millaisia Ylen Opinportin Kansalaisen ABC verkko-oppimateriaalit ovat muodoltaan* vastattiin määrittelemällä ja kvantifioimalla aineiston tallennusmuodot, rakenteet, vuorovaikutustyytit ja oppimateriaalilajit sisällönanalyysin avulla. Analyysissä käytetty analyysirunko perustui LOM-määritykseen (ks. Liite 3).

#### 6.1.1 Verkko-oppimateriaalin tallennusmuodot

Tallennusmuodot sisältyivät LOM-määrityksessä teknisiin ominaisuuksiin. Verkko-oppimateriaalin tallennusmuotojen määrittäminen edellytti materiaalin jakamista osiin. Tallennusmuotokuvaukset esitettiin MIME-tyypeinä, jotka perustuvat IANA-rekisteriin (IANA 2002). Alla lueteltujen mediatyyppien suomennokset perustuvat Korpelan (2002) artikkeliin: sovellus, ääni, kuva, internet-viesti, mallinnusdata, teksti, liikkuva kuva ja moniosainen viesti, joka koostuu saman informaation kahdesta tai useammasta vaihtoehtoisesta esitysmuodosta.

Kansalaisen ABC sisälsi yhteensä 9 eri aiheista koostuvaa oppimateriaalisivustoa. Rajaamani aineisto (Media ja me) sisälsi hakemistosivun lisäksi yhteensä 5 eri aiheisiin liittyvää osaa, josta kukin osa sisälsi 4 erillistä sivua. Aineisto koostui kaikkiaan yhteensä 21 erilaisesta oppimateriaalisivusta ja 124 teksti- tai videopopupista eli erilliselle sivulleen aukeavasta leikkeestä, yhteensä aineistossa oli siis 145 erilaista htm-dokumenttia. Näistä 86 oli pelkästään tekstimuotoista ja 38 sisälsi tekstin lisäksi liikkuvaa kuvaa eli videoleikkeitä. Yhteensä 20 htm-sivuista oli moniosaisia viestejä eli dataa, joka koostuu saman informaation kahdesta tai useammasta vaihtoehtoisesta esitysmuodosta; tässä tapauksessa kuvista ja tekstistä. Suurin osa (60 %) htm-dokumenteista koostui yksinomaan tekstin tallennusmuodoista. Nämä yksinomaan tekstin tallennusmuodoista koostuvat htm-dokumentit olivat omaan selainikkunaan avautuvia tekstileikkeitä. Osa (26 %) htm-dokumenteista koostui sen sijaan ainoastaan liikkuvasta kuvasta. Näitä olivat *Videoteekki*-sivuilla olevat videoleikkeet. Loput (14 %) oppimateriaalidokumenteista koostuivat yhdestä tai kahdesta tekstitiedostosta ja yhdestä tai useammasta kuvatiedostosta. Kaiken kaikkiaan tekstin määrä sivuilla oli suurempi, joten teksti tallennusmuotona painottui. Kuvio 5 havainnollistaa omaan selainikkunaan avautuvan videoleikkeen grafiikkaa.

**KUVIO 5.** Videoleike



Aineisto sisälsi kaikkiaan 38 videotiedostoa (application/x-pn-realaudio-plugin) ja 1 animaatio-sovelluksen (application/x-shockwave-flash). Puhtaita äänitiedostoja ei

löytynyt. Jpg- ja gif-muotoiset kuvat olivat joko videokuvia tai muita kuvituskuvia. Erilaisia jpg-kuvia oli 94 ja gif-kuvia yhteensä 50. Layoutiin eli sivujen rakenteeseen oli upotettu html:n sekaan javascriptiä ja css:ää erikseen mainittujen tiedostomäärien lisäksi. Näiden lisäksi aineisto sisälsi yhden msword-dokumentin, mutta esimerkiksi msexel-dokumenttia tai mspowerpoint-dokumentteja ei löytynyt. Jos ei oteta huomioon, että sama tallennusmuoto toistuu useammassa eri paikassa ja lasketaan kaikkien tallennusmuotojen kaikki määrät yhteen, niin koko aineisto sisälsi yhteensä 3243 kuvatallennusmuotoa. Näistä 1880 kappaletta oli jpg-kuvia, 1324 kappaletta gif-kuvia ja 39 kappaletta liikkuvaa kuvaa (38 videoleikettä ja 1 animaatio). Taulukossa 1 esitetään tallennusmuotojen määrällinen jakautuminen oppimateriaalidokumenteissa. Taulukossa ei ole otettu huomioon sitä, että sama tallennusmuoto ilmenee useampaan eri kertaan.

**TAULUKKO 1.** Verkko-oppimateriaalin tallennusmuotojen jakautuminen määrällisesti

<b>Tallennusmuodot:</b>	normaali-sivut x 21	video-popupit x 38	teksti-popupit x 86	<b>yhteensä</b> 145
kuva gif-muotoisena	32	18	-	50
kuva jpg-muotoisena	94	-	-	94
teksti/css	1	-	-	1
teksti/html	1	1	2	4
teksti/javascript	2	5	4	
sovellus/x-shockwave-flash	1	-	-	1
sovellus/x-realaudio-plugin	-	38	-	38

### 6.1.2 Verkko-oppimateriaalin rakenteet

Rakenteella tarkoitettiin oppisisällön sisäistä rakennetta, joka saattoi olla alkeisosista koostuva, kokoelma, verkkomainen, hierarkkinen tai lineaarinen. Aineistossa runsaimmin edustettuna oli alkeisosista koostuvat (59 %) teksti- ja videoleikkeet kokoelmarakenteen (26 %) ohella. Kokoelmarakenteiset kohteet koostuivat verkkomaisen, hierarkkisen ja lineaarisen rakenteen yhdistelmästä. Kokoelmarakenteiset verkko-oppimateriaalikohteet olivat joukko, joiden välillä ei löytynyt relaatioita. Verkkomaisesti oli rakentunut 14 % aineiston kohteista. Verkkomaisille rakenteille tyypillisesti pääsivulla esitetyt osiot eivät edellyttäneet mitään tiettyä



etenemisjärjestystä. Tekstuaalisesti tämä tarkoitti sitä, että linkit oli sijoitettu jokaiselle sivulle allekkain tai vierekkäin listaksi, jolloin linkeillä oli tietty järjestys. Käyttäjälle ei kuitenkaan osoitettu ennalta tiettyä järjestystä, jonka mukaan hänen edellytetään materiaalia käyttävän. Jokaisella sivulla toistui myös erillinen kehys, joka on myös tyypillistä verkkomaiselle rakenteelle (ks. Kröger 2003, 91). Kehyksessä annetut linkit toistuivat samana riippumatta siitä, missä materiaalin osassa käyttäjä liikkuu. Verkkomaiselle rakenteelle tyypillisesti käyttäjä kykeni liikkumaan suurimmassa osassa Kansalaisen ABC -sivuja valitsemaansa suuntaan. Vain hakemistosivun kohteet (1 %) liittyivät toisiinsa hierarkkisesti siten, että niistä muodostui syvyysuunnassa tasoja. Parhaiten lineaarisen rakenteen piirteitä kuvasivat aineistossa olevat peräkkäiset kohteet, jotka liittyvät toisiinsa esimerkiksi eteenpäin tai alkuun relaatioilla. Puhtaasti lineaarisia rakenteita ei aineistosta löytynyt. Tutkimuksen aineiston jakaantuminen rakenteen perusteella on esitetty taulukossa 2.

**TAULUKKO 2.** Verkko-oppimateriaalin rakenteiden jakautuminen määrällisesti

<b>Rakenne</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
alkeisosista koostuva	86	59
kokoelma	38	26
verkkomainen	20	14
hierarkkinen	1	1
<b>yhteensä</b>	<b>145</b>	<b>100</b>

Tarkasteltaessa lähemmin verkko-oppimateriaalien hierarkkista rakennetta otettiin käyttöön käsitteet pääsivu ja alasivut. Pääsivulla tarkoitettiin verkkosivua, jolta käsin tietyn sivuston käyttö on tarkoitettu aloitettavaksi (Tekniikan sanastokeskus 2002). Pääosin aineiston sivustossa oli kolme hierarkkista tasoa: pääsivu ja kaksi alasivutasoa. Sivuihin ei ollut kolmea hierarkista tasoa pidemmälle meneviä tasoja. Verkko-oppimateriaalin rakennetta määriteltiin myös rakenteisuuden avulla. Rakenteisuuden taso oli joko 1) digitaalinen raaka-aine tai sen osat, 2) alkeisosista muodostuva kooste, 3) edellisen tason rakenneosista muodostuva kokonaisuus tai 4) laajin taso. Suurinta osaa (85 %) verkko-oppimateriaalien rakenteisuudesta kuvasi taso 1 johtuen yksittäisten teksti- ja videoleikkeiden suuresta määrästä. Vain niin sanotut normaalisivut aloitussivua

lukuun ottamatta kuvasivat rakenteisuuden toista tasoa ollen alkeisosista muodostuvia koosteita (14 %). Tutkittavan aineiston määrällinen jakautuminen rakenteisuuden perusteella on esitetty taulukossa 3.

**TAULUKKO 3.** Verkko-oppimateriaalin rakenteisuuden tasojen jakautuminen määrällisesti

Rakenteisuuden taso	F	%
1: digitaalinen raaka-aine tai sen osat	124	85
2: alkeisosista muodostuva kooste	20	14
3: edellisen tason rakenneosista muodostuva kokonaisuus	1	1
<b>yhteensä</b>	<b>145</b>	<b>100</b>

### 6.1.3 Verkko-oppimateriaalin vuorovaikutustyyppit ja oppimateriaalilajit

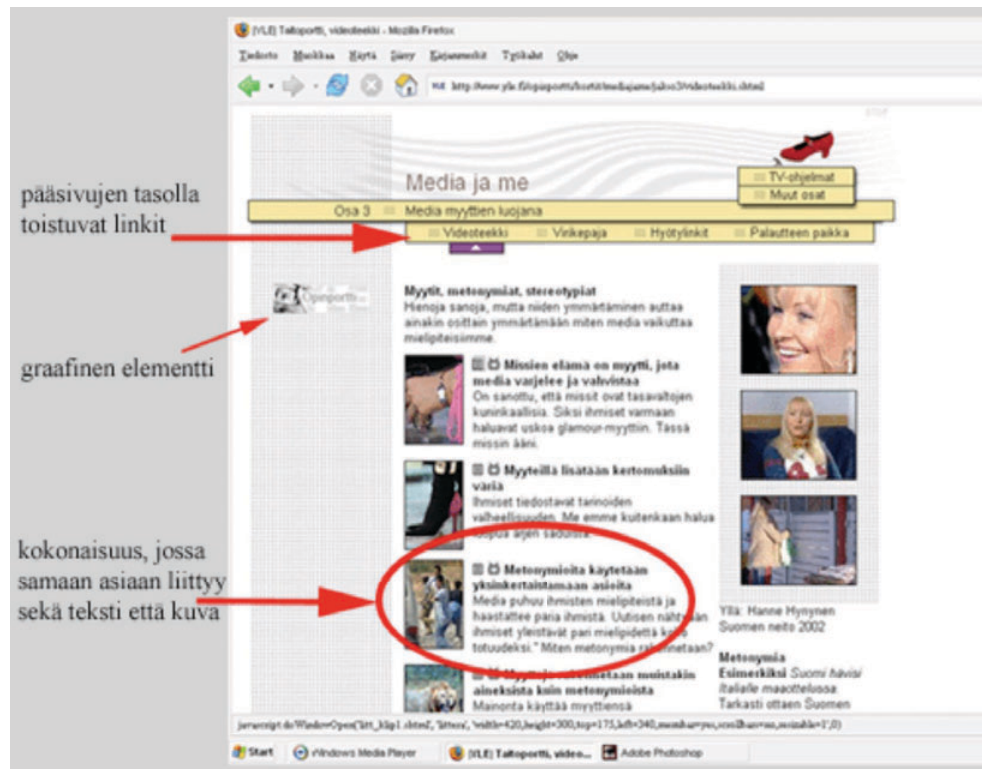
Verkko-oppimateriaalien vuorovaikutustyyppi sai arvot esittävä, aktiivinen, yhdistelmä tai määrittelemätön Aineistona olevissa verkko-oppimateriaaleissa oli runsaasti esittävää materiaaleja (90 %) ja vain vähän aktiivista materiaalia (6 %) tai näiden yhdistelmiä (4 %). Pääosa esittävästä materiaalista oli kielellistä materiaalia, jota oli täydennetty visuaalisella materiaalilla, kuten kuvilla ja graafisilla piirroksilla (ks. 6.1.1 Verkko-oppimateriaalien tallennusmuodot). Aktiivinen materiaali koostui lähinnä kysymyssarjoista ja ongelmanasetteluista, joiden puitteissa ei kuitenkaan ollut mahdollista tuottaa kielellistä materiaalia. Tutkimuksen aineiston jakaantuminen vuorovaikutustyyppin mukaan on esitetty taulukossa 4.

**TAULUKKO 4.** Verkko-oppimateriaalin vuorovaikutustyyppien jakautuminen määrällisesti

Vuorovaikutustyyppi	F	%
Esittävä	131	90
Aktiivinen	9	6
Yhdistelmä	5	4
<b>yhteensä</b>	<b>145</b>	<b>100</b>

Oppimateriaalin laji voi olla harjoitus, simulaatio, kysymyssarja, kaavio, kuva, piirros, luettelo, kalvo, taulukko, kertova aines, koe, kokeilu, ongelman asettelu, itsearviointi tai luento. Tämän tutkimuksen aineiston verkko-oppimateriaalilajit määriteltiin edellä esitetyn luettelon mukaisesti. Oppimateriaalit saivat arvokseen useita lajeja. Oppimateriaalilajit näyttivät selittävän vuorovaikutustyyppiä niin, että aktiiviset materiaalit olivat yleensä kysymyksiä tai ongelman asetteluita. Esittävät materiaalit olivat yleensä teksti- tai videomuotoista kertovaa aineista, jota oli täydennetty kuvilla ja piirroksilla. Joissakin esittävissä materiaaleissa oli mukana taulukko tai luettelo. Suurin osa tutkimuksen aineistosta oli kertovaa ainesta, jota täydensi yksi tai useampi kuva tai piirros, muutamissa tapauksissa luettelo. Kuvio 6 havainnollistaa kuinka esittävät materiaalit ilmenevät aineistossa pääosin teksti- ja kuvamuotoisena kertovana aineksena.

**KUVIO 6.** Esimerkki teksti- ja kuvamateriaalin ilmenemisestä aineistosta



### *Yhteenveto*

Aineisto koostui kaikkiaan 21 erilaisesta oppimateriaalisivusta ja 124 teksti- tai videopopupista, yhteensä aineistossa oli siis 145 erilaista htm-dokumenttia. Näistä 86 oli tekstimuotoista ja 38 sisälsi tekstin lisäksi videoleikkeitä. Yhteensä 20 htm-sivuista oli moniosaisia viestejä, jotka koostuivat saman informaation kahdesta tai useammasta vaihtoehtoisesta esitysmuodosta, kuten kuvista ja tekstistä. Suurin osa (60 %) htm-dokumenteista koostui yksinomaan tekstin tallennusmuodoista. Osa (26 %) htm-dokumenteista koostui sen sijaan ainoastaan liikkuvasta kuvasta. Loput (14 %) koostuivat yhdestä tai kahdesta tekstitiedostosta ja yhdestä tai useammasta kuvatiedostosta. Tekstin määrä sivuilla oli silti suurempi. Aineisto sisälsi kaikkiaan 38 videotiedostoa ja 1 animaatiosovelluksen. Puhtaita äänitiedostoja ei löytynyt. Erilaisia jpg-kuvia oli 94 ja gif-kuvia yhteensä 50. Jos lasketaan kaikkien tallennusmuotojen samoinakin toistuvat määrät yhteen, niin koko aineisto sisälsi yhteensä 3243 kuvatiedostoa. Näistä 1880 jpg-kuvaa, 1324 gif-kuvaa ja 39 liikkuvaa kuvaa. Aineistossa runsaimmin edustettuna oli alkeisosista koostuvat (59 %) teksti- ja videoleikkeet kokoelmarakenteen (26 %) ohella. Verkkomaisesti oli rakentunut 14 % aineiston kohteista. Verkkomaisille rakenteille tyypillisesti pääsivulla esitetyt osiot eivät edellyttäneet mitään tiettyä etenemisjärjestystä. Vain hakemistosivun kohteet (1 %) liittyivät toisiinsa hierarkkisesti siten, että niistä muodostui syvyysuunnassa tasoja. Puhtaasti lineaarisia rakenteita ei aineistosta löytynyt. Sivussa ei ollut kolmea hierarkista tasoa pidemmälle meneviä tasoja. Suurinta osaa (85 %) verkko-oppimateriaalien rakenteisuudesta kuvasi alkeistaso eli sivut sisälsivät digitaalisia raaka-aineita tai niiden osia. Normaalisivut aloitussivua lukuun ottamatta kuvasivat rakenteisuuden toista tasoa ja olivat alkeisosista muodostuvia koosteita (14 %). Aineistossa oli runsaasti esittävää materiaaleja (87 %) ja vain vähän aktiivista materiaalia (8 %) tai näiden yhdistelmiä (5 %). Oppimateriaalilajit näyttivät selittävän vuorovaikutustyyppiä niin, että aktiiviset materiaalit olivat yleensä kysymyksiä tai ongelman asetteluita. Esittävät materiaalit olivat yleensä teksti- tai videomuotoista kertovaa aineista, jota oli täydennetty kuvilla. Vain muutamassa esittävistä materiaaleista oli mukana taulukko tai luettelo.

## 6.2 Havainnointiin liittyvät huomiot

Havainnointimuistiinpanojen analysoiminen tuotti huomioita, joita käytettiin ensisijaisesti tukemaan videoaineiston sisällönanalyysia. Havainnoinnin tulokset vastasivat kuitenkin myös alustavasti toiseen tutkimuskysymykseen eli *Millaisia kognitiivista kuormittavuutta lisääviä tai vähentäviä tekijöitä oppimateriaali sisältää?* Kaikkien informanttien toiminta oli alussa hitaampaa ja nopeutui loppua kohden. Nopeus oli yhteydessä myös tietokoneen käyttötaitoihin ja kokemukseen. Tyypillistä vähemmän tietokonetta käyttäneille oli esimerkiksi se, että he eivät huomanneet, milloin sivu jatkui yhtä sivunäkymää pidemmälle eli sivupalkkia täytyy vierittää alaspäin. Lisäksi he yrittivät lukemalla etsiä kielellistä tietoa sivurakenteesta, eivätkä käyttäneet visuaalisia, graafisia elementtejä niin tehokkaasti hyväkseen kuin enemmän käyttökokemusta omanneet informantit. Enemmän Internetiä käyttäneet informantit yrittivät löytää kuvista ja muista graafisista elementeistä eteenpäin vieviä linkkejä, jollaisiin he olivat tottuneet. Samanlaiseen sivurakenteeseen jäsentynyt Kansalaisen ABC -verkkomateriaali oli selkeä hahmottaa, koska yleisesti näytti siltä, että navigointi oli vaivatonta. Opinportin etusivulta informanttien oli vaikea löytää oppimateriaaliin johtavaa linkkiä, jota etsittiin ylä- ja sivupalkeista. Informantit kokivat, että sekä Opinportin etusivu että Kansalaisen ABC:n aloitussivu olivat liian täynnä materiaalia. Ylimääräinen materiaali koettiin erityisesti visuaaliseksi, kuten seuraavassa: *”Ihan ensimmäiset sivut, niis oli ihan liikaa tavaraa. Liikaa pieniä kuvia ainaki”* (informantti C).

Informantit kävivät verkko-oppimateriaalin samassa järjestyksessä läpi: ensin Videoteekki, sitten Virikepaja ja lopuksi Hyötylinkit. Videoteekki-sivulla oltiin pisimpään ja sinne palattiin useimmin, kun taas vastaavasti Hyötylinkit-sivua käytettiin ajallisesti vähiten. Media ja me -osion etusivulle johtava linkki ei ollut selkeästi esillä ja etusivua etsittiinkin eniten. Yläpalkki linkkeineen näytti toimivan hyvin. Tosin hämmennystä aiheutti ylhäällä oikealla oleva animaatio, jota turhaan luultiin linkiksi. Sivujen rakennetta pidettiin selkeänä esimerkiksi siksi, että sisältöön liittyvä teksti pysyi jokaisella sivulla johdonmukaisesti keskipalstalla ja sivujen rakenteeseen liittyvät vihjeet

ylhäällä tai reunapalstoilla. *”Tää yläpalkki oli selkee – ja merkeistä pääsi selville, hyvä että ne oli aina samalla lailla” (informantti A).* Sen sijaan tekstin ylhäältä alas rakentunut jäsentely oli toimintaa hidastava tekijä, koska nähdäkseen koko sivun informantit joutuivat vierittämään tekstiä sivupalkista alas tai ylöspäin. Informantit kommentoivat myös, että erityisesti Virikepaja-sivun pitkää tekstipätkää olisi pitänyt katkaista lyhyempiin osiin esimerkiksi omiksi alasisviikseen. Virikepaja-sivun tekstiä ei kukaan informanteista käynyt läpi kokonaan. Havaintojen mukaan informantit pyrkivät ”tiivistettyyn lukemiseen” siten, että he lukivat lähinnä perustekstistä erottuvat osat: otsikot, lihavoinnit ja kursivoinnit.

Kaikki informantit osasivat heti käyttää videoleikkeitä, vaikka sellaisen käytöstä ei ollut aikaisempaa kokemusta kuin kahdella. Video- ja tekstileikkeisiin liittyviä ohjeita ei löydetty, koska ne olivat sivun lopussa, eikä siis näkyvissä sivun ensimmäisessä näkymässä. Erilliselle sivulle avautuvan videoleikkeen ”ympärillä” oli informanttien mielestä turhaa grafiikkaa, joka sekoitti videokuvaan keskittymistä; videoleikettä oli muun muassa vaikea sulkea. Kukaan informanteista ei myöskään avannut erillistä video- tai tekstileikettä koko näytön kokoiseksi, vaikka siihen oli mahdollisuus. Video- ja tekstileikkeet näyttivät olevan sopivan kokoisia, koska ne luettiin ja katsottiin loppuun asti. Useimmiten informantti luki ja katsoi samaan aiheeseen liittyvän video- ja tekstileikkeen peräkkäin. Katsomisen jälkeen videoleike suljettiin. Vain yhdessä tapauksessa tekstileike jätettiin auki ja viereen avattiin siihen liittyvä video. Jo katsoittuihin videoihin informantit toivoivat jonkinlaista ”avatun linkin merkkiä”, jotta useimmiten satunnaisessa järjestyksessä katsotut videot eivät menisi sekaisin. Myös jonkinlaista vihjettä videon kestosta toivottiin: *”Sitten näissä oli mun mielestä huono tässä, ettei näkyny kuinka pitkiä nää oli nää videoklipit” (informantti E).*

Yhteenvedona todetaan, että verkko-oppimateriaalin käyttämistä hidastavat tai estävät tekijät liittyivät pääasiassa ylimääräisiin esitysmuotoihin ja visuaalisiin tallennusmuotoihin. Verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottava tekijä havaintojen mukaan liittyy useimmiten verkkosivuilla liikkumiseen eli navigointiin. Sen sijaan verkko-oppimateriaalin rakenteeseen liittyvät seikat olivat sekä helpottavia että

vaikeuttavia tekijöitä. Havainnoista ilmeni, että verkko-oppimateriaalin esitysmuodot olivat informanttien mielestä pääosin monipuolisia ja oppimateriaalin esittäminen useiden eri muotojen avulla motivoivaa ja mielekästä. Esitän seuraavaksi kognitiivisiin kuormitustekijöihin liittyvät tutkimustulokset.

### 6.3 Kognitiiviset kuormitustekijät

Toinen tutkimuskysymys liittyi verkko-oppimateriaalissa ilmeneviin kognitiivisiin kuormitustekijöihin: *Millaisia kognitiivista kuormittavuutta lisääviä tai vähentäviä tekijöitä oppimateriaali sisältää?* Ja niiden ilmenemiseen aineistossa: *Miten eri kognitiiviset kuormitustekijät ovat verkko-oppimateriaalissa jakautuneet sen eri modaalien kesken?* Kysymykseen vastattiin analysoimalla videonnin tuottamia informanttien vastauksia sisällönanalyysin keinoin. Havainnoinnista nousseita huomioita käytettiin tukemaan sisällön analyysia. Aineistosta luokiteltiin ensin verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottavia ja vaikeuttavia tekijöitä koskevat raakahavainnot analyysirungon (ks. Liite 4) mukaisiin luokkiin. Havaintoja pelkistettiin suppeemmiksi ilmauksiksi, jolloin myös niitä yhdistävät tekijät nousivat esiin. Näin ilmausten abstraktiotason noustessa niitä luokiteltiin yhä suppeampiin kategorioihin. Modaliteettiperiaatetta, jaettua tarkkaavaisuutta sekä ylimääräisiä, irrallisia, toistuvia ja houkuttelevia materiaaleja koskevat ilmaukset liittyivät oppimateriaalin eri esitysmuotoihin, joten niistä syntyi oma käsitteellinen kategoriansa. Läheisyyteen liittyvät ilmaukset muodostivat ajan- ja tilankäyttöä koskevan kategorian. Yksilöllisyys nousi esiin alkuperäisen analyysirungon jokaisessa luokassa, joten siitä oli luontevaa muodostaa oma kategoriansa abstrahoinnissa. Analyysin tuloksena syntyi seuraavat verkko-oppimateriaalin multimodaalista luonnetta kuvaavat käsitteelliset kategoriat: muodot, ajan- ja tilankäyttö sekä yksilöllisyys.

#### *Muodot*

Pääosin samaa informaatiota esittävä kielellinen ja visuaalinen materiaali helpotti verkko-oppimateriaalin käyttämistä. Eri multimodiamuodot oppimateriaalissa vähensivät kognitiivista kuormittavuutta erityisesti silloin, kun ne noudattivat Mayerin esittämiä

periaatteita. Näin ollen aineisto tukee multimediaoppimisen kognitiivisen teorian modaaliteettiperiaatetta. Verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottavat tekijät olivat useimmiten multimodaalista materiaalia eli toisiinsa liittyviä kuvia, videoleikkeitä ja tekstiä. Erityisesti video helpotti asian ymmärtämistä, kun kielellistä materiaalia vahvisti kuva tai video. Tämä käy ilmi muun muassa seuraavista esimerkeistä:

*”Mua ainakin ajoi se et mä luin niinku mitä tuleman pitää, mutta taas sitte ku katto ja kuuli sen videon, siinä taas sitte se kuva kyllä helpotti luettua hirveesti.”*  
(informantti B)

*”Mulla ainakin meni täs helpommin perille ku mulla on toi kuvallinen siinä mukana.”* (informantti B)

*”Ja se on hyvä asia, et ne on kahdessa eri muodossa...”* (informantti D)

Oppimisen kannalta kielellistä materiaalia pidettiin olennaisempana, kun taas visuaalisen materiaalin tehtävä oli lähinnä keventää ja toimia houkuttimena. Visuaalista materiaalia ei ikään kuin ”otettu tosissaan”, vaan sitä pidettiin kielellistä täydentävänä materiaalina. Kuvia ja erityisesti videota käytettiin useimmiten tukemaan tekstistä luettua. Seuraavasta lainauksesta selviää, miten visuaalinen materiaali toimi kielellistä materiaalia havainnollistavana ja houkuttelevana tekijänä:

*”Parhaimmillaan se visuaalinen helpommin houkutteli sisälle johonkin ja sitte vasta sen jälkeen alkaa lukea.”* (informantti D)

Visuaalisia ja kielellisiä esitysmuotoja erikseen tarkasteltuna kognitiivista kuormittavuutta lisäävät tekijät olivat pääosin visuaalista materiaalia. Kognitiivista kuormittavuutta lisäsi erityisesti ylimääräisiksi koetut esitysmuodot, jotka olivat useimmiten juuri visuaalista oppimateriaalia. Seuraavista ilmenee, kuinka ylimääräinen, visuaalinen materiaali lisäsi kognitiivista kuormittavuutta, kun lainauksissa on kyse ei-olennaisista, aiheeseen liittymättömistä kuvista:



*”Toi kuva tuolla yläkulmassa oli kummallinen, ei jotenkin liittynyt tähän millään lailla – ja sinne vaan koko ajan kiinnitty turhaan huomio.” (informantti A)*

*”Niin tuo tommonen visuaalinen ja nuo kuvat ei riittäis tukemaan sitä mielenkiintoa ku ne ei tuo siihen mitään lisää, niistä ei pääse mihinkään, ne ei tee mitään, siinä ei oo mitään mihin sä voit osallistua, niin se vähän semmosta ylimäärästä.” (informantti D)*

*”Kuvista tietenkin aina yritti ettiä linkkiä, et meneeks se jonneki, et kuuluuks se sillä lailla tuohon sisältöön, jotenki tuntu et ne oli aika turhia.” (informantti D)*

Verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottavat tekijät olivat useimmiten kielellistä materiaalia. Vastaukset löydettiin tekstiä lukemalla ja informantit etenivät aineistossa eniten kielellisessä muodossa olevia linkkejä seuraamalla. Kognitiivista kuormittavuutta vähensivät selkeät kielelliset ohjeet ja otsikoinnit, joilla selitettiin tai täydennettiin visuaalista materiaalia, esimerkiksi videoleikkeitä. Seuraavissa lainauksissa informantit kommentoivat videoihin liittyvää kielellistä materiaalia, kuten videoleikkeen otsikointia:

*”Niiden selitysten perusteella mä katoin et minkä (videon) mä sieltä valitten, etenin enemmän tekstien perusteella.” (informantti C)*

*”Mun mielestä se oli hyvä, että siinä otsikossa aika selkeesti sanottiin, että mistä se kertoo se videoklippistä, että mitä käsiteltä siinä käsitellään . . . et ne oli aika yksiselitteisiä.” (informantti E)*

*”Ne videot oli hyvät, mutta nää pienet kuvat siellä niinku tekstin vieressä, niin ne ei niinku kyllä avannu yhtää, et siinä teksti oli kyllä tärkeempi.” (informantti B)*

### *Ajan- ja tilankäyttö*

Esitettäessä toisiinsa liittyvää oppimateriaalia ajallisesti tai avaruudellisesti lähekkäin informantit pystyi ylläpitämään työmuistissaan kumpaakin muistiedustusta, jolloin niiden yhdistäminen helpottui. Läheisyysvaikutus ilmeni erityisesti ajallisen läheisyyden vaikutuksena. Eri koodauskanavaa käyttävät esitysmuodot, kuten kuva ja kielellinen tekstimateriaali yhtä aikaa esitettyinä vähensivät kognitiivista kuormittavuutta. Seuraavista lainauksista ilmenee, miten kuva ja teksti samanaikaisesti esitettyinä vähensivät kognitiivista kuormittavuutta:

*”Mut jos olis vaan pelkkä kuva, niin ei siitä jäis mieleen, ku se tulee sitte vielä tekstinä, nii että sen lukee, nii paremmin se jää mieleen, et se on hyvä kun on yhtäaikaan.” (informantti A)*

*”Kuva takana yhdisti mitä mä tuossa luin, eikä se häirinny, se piti sen siinä, se yhdisti sen siihen mitä oli kattonu tai kuullu, sitte ku luki sitä.” (informantti A)*

Visuaalisen ja kielellisen materiaalin esittäminen eriaikaisesti eri sivuilla tai sivunäkymissä synnytti kognitiivista kuormittavuutta siinä tapauksessa, ettei materiaaleja oltu riittävästi yhdistetty toisiinsa kuuluviksi. Tämä tulee näkyviin seuraavassa esimerkissä, jossa informantti pohtii Videoteekki-sivulla olevien kielellisen ja visuaalisen materiaalien yhteyttä toisiinsa:

*”Tässä oli nyt se, että nyt ku tossa kuvan vieressä on aina se logo, missä on se tekstiversio ja sitte se filmiversio, ku se ohje tulee vasta tuolla paljon alempana, nii sit mä jotenkin luulin, et se teksti olis eri asia ku se filmi, mut ne onkin ihan samat.” (informantti D)*

Aineistona olleessa verkko-oppimateriaalissa oli keskimääräistä enemmän samaa aistikanavaa käyttäviä samaa informaatiota havainnollistavia esitysmuotoja, kuten pääosin auditiiviset videoleikkeet ja niihin liittyvät tekstit. Kognitiivinen kuormittavuus pysyi matalana, kun nämä samaa työmuistin koodauskanavaa käyttävät esitysmuodot

esitettiin avaruudellisesti eri näkymissä ja ajallisesti peräkkäin. Sen sijaan kognitiivinen kuormitus lisääntyi, kun samaa työmuistin koodauskanavaa käyttävät esitysmuodot, kuten kielelliset puheen ja tekstin muodot esitettiin samanaikaisesti. Huomiot tukivat multimediaoppimisen kognitiivisen teorian läheisyysvaikutusta. Ajallisen läheisyyden vaikutuksesta hyvä esimerkki verkko-oppimateriaalissa oli videoleikkeen avautuminen omaan ikkunaan, jolloin teksti jäi taustalle ja oli käyttäjän luettavissa samassa näkymässä ja video puheen kanssa samaan aikaan. Tällainen sekä ajallisen että avaruudellisen läheisyyden vaikutus, jossa kuormitettiin yhtäaikaan samaa kielellistä koodauskanavaa, lisäsi kognitiivista kuormittavuutta. Seuraava esimerkki ilmentää kognitiivista kuormittavuutta tilanteessa, jossa informantti katsoo videota ja pohtii tekstin samanaikaisuutta:

*” Jos siinä olis vielä esimerkiks pyöriny lisää tekstiä ja sä oisit sitä vielä synkronissa luku, niin mul olis saattanut mennä sekasin se koko asia.”*  
(informantti B)

*”...et sitte jotenkin huomio menee ite siihen videoon ja jää. Hämäävää, et siinä on muuta tekstiä taustalla.”* (informantti C)

### *Yksilöllisyys*

Aikaisemmin todettiin, että tottuneempi verkon käyttäjä on vaativampi verkon erityisominaisuuksien, kuten aineiston ulkoasun, linkityksen, monimuotoisuuden ja multimedian hyödyntämisen suhteen (ks. Lindh ja Parkkonen 2001, 148). Myös tämän tutkimuksen tulokset tukivat huomiota erityisesti multimodaalisuuden suhteen. Esimerkiksi merkityksettömät tai linkittömät kuvat kiinnittivät useimmin niiden informanttien huomion, joille oli kertynyt enemmän aikaisempaa kokemusta Internetin käytöstä tai verkkokursseista. Yksilöllisyys liittyi kognitiiviseen kuormittavuuteen siten, että yksilön aikaisempien taitojen ja kokemuksen huomiotta jättäminen, kuten vaihtoehtojen puute verkko-oppimateriaalissa lisäsi kognitiivista kuormittavuutta. Kokemuksen vaikutus ilmeni myös siten, että mitä enemmän koulutusta informantilla oli, sitä suppeampina tai ”lapsellisempina” sivuja pidettiin. Usein tällöin kaivattiin myös

mahdollisuuksia syventää esitetyn tiedon ymmärtämistä, kuten seuraavasta lainauksesta ilmenee:

*”Mun mielestä siitä puuttu kokonaan semmonen syventämismahdollisuus, et jos ois ollu joku linkki, et lue tästä lisää tai sit et tossa sivustolla ois ollu jotakin pidemmälle haluaville lisämateriaalia, et tuo oli kuitenkin aika nopeesti käyty läpi.” (informantti D)*

Useimmiten yksilöllisyyteen viittaavat ilmaukset liittyivät verkko-oppimateriaalin esitysmuotoihin. Yksilöllisyys korostui eniten siinä, miten informantit suhtautuivat erilaisiin esitysmuotoihin ja mitä he niiltä osasivat vaatia. Mitä pidemmälle haastateltavien tietokoneenkäyttötaidot ja -kokemus olivat kehittyneet, sitä enemmän he käyttivät kuvallisia vihjeitä kielellisen materiaalin tukena. Vähemmän verkkomateriaaleja käyttäneet informantit tukeutuivat useammin pelkkään tekstimateriaaliin. Seuraavissa lainauksissa vähemmän Internetiä käyttäneet informantit nostavat kielellisen materiaalin itselleen visuaalista olennaisemmaksi:

*”Mä haluaisin niinku enemmän sellasta sanallista viestintää, niin että vaikka se olis kuvamuodossa, mutta se tulis sanallisesti esille se asia, niin se jotenkin jää enemmän mieleen.” (informantti A)*

*”Nuo (kuvat) jäi kyllä vähemmälle huomiolle...et enemmänkin varmaan kiinnosti et mitä tossa sanotaan.” (informantti B)*

Yksilöllisyys korostui myös aikaa ja tilaa koskevissa ilmauksissa. Kielellisen ja visuaalisen materiaalin yhdistäminen ajassa ja tilassa oli yhteydessä informanttien yksilöllisiin taitoihin ja tarpeisiin. Esimerkiksi videoleikkeiden ja siihen liittyvän tekstin yhdistäminen sujui sitä paremmin, mitä enemmän informanteilla oli kokemusta verkkomateriaaleista. Tietynlainen tottumus ilmenee muun muassa seuraavassa lainauksessa, jossa informantilla oli paljon kokemusta itsenäisestä verkko-opiskelusta:

*”Tää jotain sellasta mihin on niinku kauheen tottunu, et samalla tulee kuva ja siihen tekstit.” (informantti C)*

### *Yhteenveto*

Pääosin toisiinsa liittyvä kielellinen ja visuaalinen materiaali eli multimodaalisuus ymmärtämisen tukena vähensi kognitiivista kuormittavuutta verkko-oppimateriaalissa. Kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvät tekijät oppimateriaalissa liittyivät yksilöllisesti tarkkaavaisuuden jakaantumiseen esitysmuotojen, ajan ja tilan osalta. Kognitiivista kuormittavuutta lisäävät esitysmuodot olivat pääosin visuaalisia tai aiheen kannalta ylimääräisiksi koettuja. Visuaalinen materiaali koettiin useammin ylimääräiseksi ja irralliseksi kuin kielellinen. Kognitiivista kuormittavuutta vähentävät tekijät olivatkin useimmiten kielellistä, kuten kertovaa tekstiä ja kokoavia otsikoita. Kognitiivinen kuormittavuus lisääntyi sekä ajassa että tilassa silloin, kun samaa työmuistin koodauskanavaa, esimerkiksi kielellistä kuormitettiin esittämällä kirjoitettua tekstiä ja puhuttua tekstiä samanaikaisesti tai samassa näkymässä. Toisaalta eri aistikanavaa käyttävät, toisiinsa liittyvät materiaalit vähensivät kognitiivista kuormittavuutta, kun ne esitettiin samanaikaisesti ajallisesti tai avaruudellisesti, eikä esimerkiksi peräkkäin, jolloin niitä oli vaikeampi yhdistää. Toisin sanoen toisiinsa liittyvien multimodaalisten esitysmuotojen yhdistäminen ymmärrettävästi vähensi merkittävästi kognitiivista kuormittavuutta ja päinvastoin. Yksilöllisyys nousi niin voimakkaasti esiin jokaisessa analyysiluokassa, että siitä tuotettiin analyysin tuloksena oma kategoriansa. Tottuneempi verkkomateriaalin käyttäjä oli vaativampi verkko-oppimateriaalin multimodaalisuuden, esimerkiksi visuaalisten vihjeiden suhteen.

## **6.4 Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus**

Kolmanteen tutkimuskysymykseen *Miten multimodaalisuus ilmenee verkko-oppimateriaalissa oppimateriaalimuotojen ja kognitiivisten kuormitustekijöiden näkökulmista?* vastattiin yhdistämällä aikaisemmin määritetyt verkko-oppimateriaalimuodot ja verkko-oppimateriaalin kognitiivisiin kuormitustekijöihin liittyvät tulokset. Verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus näyttäytyi erilaisina

tallennus- eli esitysmuotoina. Tallennusmuotojen monimuotoisuuden perusteella aineistona oleva verkko-oppimateriaali oli keskimääräistä multimodaalisempaa. Tutkimuksen kohteena olevassa verkko-oppimateriaalissa multimodaalisuus määritteli myös oppimateriaalin rakenteisuutta, vuorovaikutustyyppisiä ja oppimateriaalilajeja esimerkiksi siten, että multimodaaliset esitysmuodot muodostivat vain vähän verkkomaisia rakenteita. Informanttien toimintaa seuraamalla ilmeni, että verkko-oppimateriaalin esitysmuotoja pidettiin pääosin monipuolisina ja mielekkäinä ja oppimateriaalin esittäminen useiden eri muotojen avulla helpotti asioiden omaksumista. Huomiot tukevat multimediaoppimisen kognitiivisen teorian modaliteettiperiaatetta, jonka mukaan kahden eri aistikanavan kautta esitetyt, toisiaan tukevat esitysmuodot on havaittu olevan hyödyksi oppimistilanteessa. Informantit muun muassa toivoivat, että eri muotoja ja esitysmuotoja olisi aineistossa monipuolisemmin tukemassa saman informaation esittämistä. Eniten toivottiin visuaalisia muotoja havainnollistamaan kielellisen materiaalin esittämää informaatiota, kuten seuraavista lainauksista ilmenee:

*”Siinä osiossa, missä oli sitä videoa, nii siinähan ne just tuki muuta matskua hyvin, mutta sitte siellä, missä oli vaan sitä tekstiä, niin nehä oli kauheen vähän visuaalisia ylipäättään muutenkin, ehkä siel olis voinu hyödyntää sitte enemmän jotain graafisia keinoja, jotain kuvia.” (informantti E)*

*” . . . kuvia olis kaivannu tekstin sekaan enemmänkin.” (informantti D)*

Multimodaalisuus nimenomaan multimediaoppimisen kognitiivisen teorian periaatteiden mukaisesti esitettynä vähensi kognitiivista kuormittavuutta: verkko-oppimateriaalin informantin oli tunnistettava ja erotettava erilaiset esitysmuodot toisistaan ja toiseksi työmuistin eri koodauskanaville oli varattava sekä tilaa että aikaa prosessoida esitysmuodot ja lopuksi yhdistää ne ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi. Elleivät edellä mainitut ehdot verkko-oppimateriaalissa täytyneet, multimodaalisuus itsessään näytti olevan kognitiivista kuormittavuutta lisäävä tekijä sekä ajassa että tilassa. Se, koettiin verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus kognitiivista kuormittavuutta lisäävänä vai vähentävänä tekijänä, näytti olevan myös yksilöllistä ja liittyvän ennen kaikkea yksilön tietokoneenkäyttötaitoihin ja aikaisempaan kokemukseen verkkomateriaalista.

Tottuneemmalle verkkomateriaalin käyttäjälle multimodaalisuus ilmeni kognitiivista kuormittavuutta vähentävänä tekijänä, koska hänelle kielellisen ja visuaalisen materiaalin yhdistäminen oli vaivattomampaa ja esitysmuodot täydensivät näin esitettyä informaatiota.

## **7 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS**

Tarkastelen seuraavaksi tutkimuksen luotettavuutta ensin validiteetin, reliabiliteetin ja yleistettävyyden kannalta. Arvioin myös tutkimusprosessin etenemistä aineiston keruun, käsittelyn ja analysoinnin kannalta.

### **7.1 Luotettavuustarkastelua**

Validiteetti jaetaan ulkoiseen ja sisäiseen. Sisäinen validiteetti tarkoittaa tutkimuksen omaa luotettavuutta. Tähän sisältyvät tutkimuksessa käytettyjen käsitteiden hyvyys, teorian sopivuus ja mittauksen virhelähteet (Metsämuuronen 2000, 21). Sisäiseen validiteettiin kuuluva käsitevaliditeetti tarkoittaa sitä, että ilmiötä mittaamaan on valittu oikea teoreettinen käsite. Tutkimuksen teoriapohjana käytetyt kognitiivinen kuormitusteoria ja multimediaoppimisen kognitiivinen teoria sopivat hyvin kuvaamaan kognitiivista kuormittavuutta, koska teorioissa näkökulma oli käyttäjän puolella. Sisäinen validiteetti merkitsee myös sitä, että teoreettiselle käsitteelle, tässä tapauksessa kognitiiviselle kuormittavuudelle on kyetty antamaan kattava operationaalinen määritelmä. Informantteja pyydettiin lähestymään kognitiivisen kuormittavuuden ilmiötä nimeämällä verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottavia ja vaikeuttavia tekijöitä. Määritelmät olivat yksiselitteisiä ja helposti ymmärrettävissä, mutta onnistuivatko ne kuitenkin täydellisesti kattamaan kognitiivisen kuormittavuuden kaikkia ulottuvuuksia. Tämä rakennevaliditeetikysymys, onnistutaanko käsitteellistä ilmiötä mittaamaan

kokonaisuudessaan, saattaa olla merkittävä sisäistä validiteettia kokonaisuudessaan vähentävä tekijä.

Jos tutkimuksen validiteetti kysyy, tutkitaanko sitä, mitä on tarkoituskin tutkia, niin reliabiliteetti viittaa tutkimuksen toistettavuuteen. Sisällönanalyysin ongelmana on luotettavuuden kannalta pidetty sitä, että tutkija ei pysty objektiiviseen tarkasteluun analyysiprosessista, vaan tulos perustuu subjektiiviseen näkemykseen asiasta. Haasteena sisällönanalyysissa on se, miten aineisto onnistutaan pelkistämään ja muodostamaan kategoriat niin, että kuvaus on mahdollisimman luotettava. Analyysin perusteella muodostettu lopputulos voi näyttää hyvältä teoriassa, mutta jos yhteyttä aineistoon ei osoiteta, tulosta ei voida pitää luotettavana. Tutkimuksen tulokset sopivat aineistoon, mutta ehkä joitakin tuotetuista kategorioista ei voi sijoittaa täydelliseen käsitejärjestelmään. Luotettavuuden takaamiseksi on mahdollista käyttää face-validiteettia tai toista luokittelijaa (Kyingäs & Vanhanen 1999, 10). Käytin face-validiteettia tutkimuksen luotettavuuden arvioinnin menetelmänä ja esitin tutkimustulokset verkko-oppimateriaalia suunnittelevalle henkilölle ja pyysin häntä arvioimaan tulosten vastaavuutta todellisuuteen. Asiantuntijan mielestä tulokset vastaavat hyvin todellisuutta, vaikka eivät olekaan mitään uutta tai yllättävää kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvää tietoa. Sen sijaan multimodaalisuuden ilmiötä valotettiin tutkimuksessa kiinnostavasti ja uudesta näkökulmasta asiantuntijan mielestä.

Tutkimuksen ulkoinen validiteetti tarkoittaa myös sitä, että tutkimus on yleistettävissä. Vaikka kvalitatiivisen tutkimuksen yleistettävyys on erilaista kuin kvantitatiivisen tutkimuksen, niin rakentuu laadullinenkin tutkimusprosessi jonkin tyyppisen yleistettävyyden varaan. Tärkeintä laadullisessa tutkimuksessa on ”paikallinen selittäminen” (Alasuutarin (1994, 215). Tässä tutkimuksessa pyrittiin tietenkin siihen, että selitysmalli pätsi mahdollisimman hyvin perustanaan olevaan empiiriseen aineistoon. Tutkimuksen selitysmalli tuntuu olevan sisäisesti looginen ja koherentti, ja analyysissa löydetty johtolangat puhuvat selitysmallin puolesta. On selvää, että pienestä aineistosta tuloksia tukevia ilmauksia löytyy määrällisesti vähemmän, mikä saattaa heikentää tutkimuksen luotettavuutta. On huomattava, että koska kyseessä on



tapaustutkimus, tutkimustuloksien yleistäminen ei ole itsetarkoitus. Yksittäisen tapauksen havainnoinnilla pyritään luotaamaan syvälle ja ymmärtämään moni-ilmeistä tutkimuskohdetta (ks. Cohen ja Manion 1995, 106–107). Tapaustutkimuksessa yleistämisestä sijaan kyse on enemmänkin tulosten suhteuttamisesta osaksi laajempia kokonaisuuksia (Alasuutari 1994, 215). Koska on kyse melko suppeasta tapausanalyysistä, on tärkeää laajentaa tutkimustulokset koskemaan muutakin kuin analysoitua yksittäistä tapausta esimerkiksi rinnastusten tekemisen avulla, kuten pohdinnassa on pyritty tekemään. Tapaustutkimuksessa tulee tehdä näkyväksi tutkimusprosessi eli se, miten tutkimuksen johtopäätöksiin on päädytty. Arvioinkin seuraavaksi tutkimusprosessin eri osia.

## **7.2 Tutkimusprosessin arviointia**

### *Aineiston keruun luotettavuus*

Tapaustutkimusta on kritisoitu edustavuuden puutteesta ja puutteellisesta kurinalaisuudesta aineistoa kerätessä ja analysoitaessa. Osittain tähän on liittynyt näkemys tutkijan ja hänen tietolähteidensä subjektiivisuudesta ja tämän vaikutuksista tutkimukseen. (Saarela-Kinnunen & Eskola 2001, 159.) Informantit on valittu tutkimuksen kannalta mielenkiintoisten taustamuuttujien, kuten tietokoneenkäyttötaidot, ja toisaalta helpon saatavuuden perusteella. Informanteilta saatu tieto on tässä tutkimuksessa niin olennainen, että on välttämätöntä arvioida, kuinka hyvin onnistuin tarpeeksi edustavien informanttien löytämisessä. Tutkimuksen luotettavuutta saattoi heikentää aineiston pienuus. Luotettavuuden lisäämiseksi esitestaamisen merkittävyyteen olisi tullut kiinnittää enemmän huomiota. Sopivuuteen perustuva harkinnanvarainen otos saattoi vaikuttaa siihen, että vain tietyn tyyppiset informantit suostuivat haastatteluun, jolloin se vähentää tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen empiirinen ankkurointi tarkoittaa sitä, että todellisuus ja tutkijan tekemä tulkinta ovat yhteensopivia (Larssonin 2005, 32). Tulkinna ja todellisuuden yhteensopivuutta voidaan parantaa esimerkiksi triangulaation avulla, jolloin tutkittavaa kohdetta tarkastellaan useasta näkökulmasta (Larsson 1993, 206-207).

Aineistotriangulaatio eli kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimusaineiston yhdistäminen rikasti tulkintaa verkko-oppimateriaalin multimodaalisesta luonteesta tässä tutkimuksessa. Triangulaatiolla voidaan parantaa tutkimuksen tulosten tulkinnan ankkurointia todellisuuteen ja näin tutkimuksen validiteettia (ks. esim. Larsson 2005, 32). Tässä tutkimuksessa harmoniaa piti tavoitella kolmenlaisen aineistokokonaisuuden tapauksessa. Kuten sanottu, aineistot täydensivät toisiaan ja multimodaalisuuden ilmiöitä päästiin tarkastelemaan monipuolisemmin triangulaation avulla.

Tutkimusstrategioiden yhdistämistä perustellaan siksi, että kaksi menetelmää täydentävät toisiaan, koska niillä pyritään löytämään mahdollisia erilaisia näkökulmia. Erilaisten aineistojen yhdistämisellä lisätään tutkimuksen validiteettia, kun toisen lähestymistavan vahvuudet korvaavat toisen heikkouksia. (vrt. Patton 2004.) Käytin aineiston keräämisessä havainnointia keinona varmistaa haastattelujen perusteella saatuja tietoja. Havainnoinnit rikastuttivat haastattelujen antamia tuloksia sisällöllisesti esimerkiksi siinä, millaisia konkreettisia, nonverbaalisia keinoja informanteilla oli verkko-oppimateriaalia käyttäessään. Havainnointitilanteissa pyrin kirjaamaan kaikki huomiot ylös ja tilanteen jälkeen lisäsin välittömästi huomioista nousseet ajatukset muistiinpanoihin. Tällainen havaintojen muistiin merkitseminen mahdollisimman pian tilanteen jälkeen lisää luotettavuutta aineiston keräämiseen. Ongelmallista havainnoinnissa oli vuorovaikutuksessa ilmenevien verbaalisten ja nonverbaalisten viestien nopea eteneminen. Havainnoinnin rajoituksena oli myös keskittyminen ulkoiseen käyttäytymiseen verkko-oppimisympäristössä, joten havainnoijana en saanut tietooni kaikkia informantin ajatuksia ensimmäisen videoinnin aikana. Havainnoinnin luotettavuudessa esiintyvien ongelmien vuoksi tutkimuksessa yhdistettiin havainnointiaineisto ja haastatteluaineisto. Vuorovaikutus tutkijalle ennestään tuttujen informanttien kanssa oli erityisen sujuvaa, minkä vuoksi haastattelut onnistuivat hyvin. Toisaalta tuttuus aiheutti haastatteluun jutustelun tunnun, joka saattoi vähentää objektiivista asemaani tutkijana ja näin vähentää tulosten luotettavuutta.

### *Aineiston analysoinnin luotettavuus*

Deduktiivisessa tutkimuksessa tuloksia arvioidessa pohditaan myös teoreettisen viitekehyksen sopivuutta analyysivaiheessa, esimerkiksi analyysirungon rakentamisessa. Tässä tutkimuksessa analyysirungon muodostamisessa keskeisellä sijalla oli valmiiksi strukturoitu LOM-standardi ja multimediaoppimisen kognitiivinen teoria. On tärkeä pohtia, onko LOM-standardi olennainen määritelmä oppimateriaalimuotojen analysoimisessa. Se, mitkä osat LOM-standardista otettiin mukaan, oli tutkijan oma valinta. Olennainen kysymys on se, olisiko standardista pitänyt ottaa jotain muitakin elementtejä huomioon kuin mitä otettiin. Esimerkiksi muita opetuksellisia ominaisuuksia olivat vuorovaikutuksen määrä, asiasisällön tiiviys, kohderyhmä, opintojen luonne ja käyttötapakuvaus, jotka rajattiin tutkimuksessa ulkopuolelle. Havaitsin myös, että ongelmana Mayerin esittämässä multimediaoppimisen kognitiivisessa teoriassa on sen selkeä suuntautuminen passiivisesti seurattavaan materiaaliin, kuten animaatioon. Interaktiivisen materiaalin käyttämisen mallintaminen edellyttää erilaista lähestymistapaa, jossa huomioidaan ennen kaikkea käyttäjän pyrkimykset muuttaa multimediaoppimateriaalin toimintaa, ulkoasua ja äänimaailmaa oppimistehtävän edellyttämällä tavalla. Vaihtoehtojen miettiminen ja ratkaisujen tekeminen edellyttävät Mayerin mallinmukaista kognitiivista aktiivisuutta, mutta välitön reagoiminen verkko-oppimateriaalissa vaatii käyttäjältä monimutkaisempaa tiedon prosessointia.

Oppimateriaalimuotojen määrityksessä tallennusmuotojen lukumäärät tarkistettiin Ylen verkko-oppimateriaaliyksikön palvelimelta. Lukumäärissä saattaa kuitenkin olla vähäistä epätarkkuutta sen vuoksi, että sivut eivät varsinaisesti ole palvelimella täysin siinä muodossa, miten ne loppukäyttäjälle näytetään. Sivut on jaettu paloiksi yhteisten, isojen elementtien perusteella ja näistä paloista on koottu palvelimella varsinainen sivu, joka näytetään edelleen käyttäjälle. Palvelimella on täten enemmän tiedostoja verrattuna varsinaisten sivujen lukumäärään. Yksittäisiä kuvia saatetaan myös käyttää useammilla sivuilla. Esimerkiksi sivun ulkoasuun liittyvät kuvat, kuten Yle-logot ovat yhteisiä myös muiden osioiden kanssa.

Tutkimustuloksiin vaikuttaa olennaisesti paitsi kerätty aineisto myös tutkijan onnistuminen tutkimusmenetelmien käytössä. Aineiston analysoinnissa käytettiin sisällönanalyysin menetelmää. Sisällönanalyysi oli toimiva analyysimenetelmä tutkimuskysymysten ratkaisemiseen sekä verkko-oppimateriaalimuotojen että kognitiivisten kuormittavuustekijöiden osalta. Sisällönanalyysissä abstraktiotasoa pyritään nostamaan mahdollisimman korkealle, jolloin aina menetetään osa aineiston rikkaudesta ja vaihtelusta. Suorilla aineistolainauksilla ja verkko-oppimateriaalimuotojen kuvailulla pyritään kuitenkin tuomaan esiin aineiston monimuotoisuutta ja vaihtelua. Sisällönanalyysin ulkoisen validiteetin vaatimuksena on, että tulokset ovat merkityksellisiä kyseisen ilmiön yhteydessä ja vastaavat todellisuutta. Tämän arvioimiseksi ja varmistamiseksi liitteessä 4 esitetään sisällönanalyysin perusteella syntyneet kategoriat. Sisällönanalyysin hypoteesien validiteetti tarkoittaa sitä, että analysoinnin tuloksena saatu tieto on yhdenmukainen aikaisemman teoreettisen tiedon kanssa (Cavanagh 1997). Tutkimustulokset olivat pääosin yhdensuuntaisia aikaisempien tutkimusten ja teoreettisen tiedon kanssa, kuten tutkimuksen tulosten tarkastelussa käy ilmi. Esimerkiksi tutkimuksessa löydetty kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvät tekijät olivat yhdenmukaisia aikaisempien tutkimusten kanssa. Kuitenkin verkko-oppimateriaalin multimodaalisuus on aihe, jonka vielä verrattain vähäisestä tutkimisesta johtui, ettei sille ole kaikilta osin olemassa vertailukelpoista tutkimustietoutta.

## **8 POHDINTA**

Esitän tutkimusraportin lopuksi yhteenvedon tutkimustuloksista ja pohdin niiden merkitystä yleisemmin. Tutkimustuloksista nousevien johtopäätösten lisäksi esitän lopuksi joitakin jatkotutkimusehdotuksia.

### **8.1 Yhteenveto tutkimustuloksista**

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen avulla selvitettiin millaisia oppimateriaalimuotoja tutkimuksen kohteena oleva oppimateriaaliaineisto sisältää. Tutkimuskysymykseen vastattiin määrittelemällä verkko-oppimateriaaliaineistossa ilmenevät muodot. Verkko-oppimateriaalimuotoja lähestyttiin mediaelementtien tallennusmuodoista, rakenteista, vuorovaikutustyypeistä sekä oppimateriaalilajeista käsin. Mediaelementtien käytön osalta aineisto oli melko samanlaista: suurin osa aineiston oppimateriaaleista koostui yhdestä tekstitiedostosta ja yhdestä tai useammasta kuva- tai videotiedostosta. Kuva- ja videotiedostoja oli kaiken kaikkiaan käytetty paljon. Sen sijaan yksittäisiä äänitiedostoja oli käytetty vielä hyvin vähän. Vuorovaikutustyyppiltään suurin osa (90 %) verkko-oppimateriaaleista oli esittävää ja loput aktiivisia tai aktiivisen ja esittävän yhdistelmiä. Aineistossa runsaimmin edustettuna oli verkkomainen ja hierarkkinen rakenne. Nämä rakenteet kuvasivat ei-perinteiseen kirjamuotoon rakennettua materiaalia. Sivuja ei ollut rakennettu kolmea hierarkista tasoa pidemmälle meneviksi. Tallennusmuotojen, rakenteen ja oppimateriaalajien monimuotoisuuden perusteella aineistona oleva verkko-oppimateriaali oli keskimääräistä multimodaalisempaa. Valtaosa oppimateriaalien tallennusmuodoista koostui tekstitiedostosta ja yhdestä tai useammasta kuva- tai videotiedostosta, mikä muistuttaa jossain määrin oppikirjamaista esitystapaa. Vaikka tekstin määrä sivuilla oli suurempi, täysin kuvattomia oppimateriaaleja ei ollut lainkaan varsinaisilla verkko-oppimateriaalisivuilla (21 kpl) eli ensimmäisellä ja toisella sivutasolla. Tältä osin tulos on samansuuntainen kuin Internetixin aineistoista tehty tutkimus (Linturi 2002, 4), jossa todetaan, että vain kolmessa prosentissa aineistosta oli

mukana ääntä, animaatiota tai videokuvaa. Valtaosa myös Internetixin materiaalista (63 %) koostui tekstistä ja sen oppikirjamaisesta kuvituksesta.

Toisen tutkimuskysymyksen avulla selvitettiin millaisia kognitiivista kuormittavuutta lisääviä ja vähentäviä tekijöitä verkko-oppimateriaali sisältää ja miten eri kuormittavuustekijät ovat verkko-oppimateriaalissa jakautuneet sen eri modaalien kesken. Kognitiivista kuormittavuutta tutkittiin käyttäjien näkökulmasta. Haastatteluaineisto kerättiin videoimalla informanttien toimintaa verkko-oppimateriaalissa. Stimulated recall -menetelmällä videoinnista tuotettiin sekä verkko-oppimateriaalin käyttämistä helpottavia että vaikeuttavia tekijöitä. Sisällönanalyysin keinoin nämä tekijät abstrahoituivat kognitiivisiin kuormitustekijöihin liittyviksi pääkategorioiksi, joita olivat muodot, ajan- ja tilankäyttö sekä yksilöllisyys. Kognitiivista kuormittavuutta lisäävät tekijät verkko-oppimateriaalissa liittyivät siten multimodaalisiin esitysmuotoihin, multimodaalisuuteen ajassa ja tilassa sekä yksilöllisyyteen. Tutkimuksen tulokset tukivat multimediaoppimisen kognitiivista teoriaa (Mayer 2002), koska multimodaaliset esitysmuodot nimenomaan teorian periaatteiden mukaisesti esitettynä vähensivät kognitiivista kuormittavuutta. Kognitiivista kuormittavuutta lisäävät esitysmuodot olivat pääosin visuaalisia tai aiheen kannalta ylimääräisiksi koettuja. Visuaalinen materiaali koettiin useammin ylimääräiseksi ja irralliseksi kuin kielellinen. Kognitiivista kuormittavuutta vähentävät tekijät olivat useimmiten kielellistä, kuten kertovaa tekstiä ja kokoavia otsikoita. Verkko-oppimateriaalin käyttäjän yksilöllisyys korostui erityisesti multimodaalisuuden suhteen: tottuneempi tietokoneen ja verkon käyttäjä oli vaativampi nimenomaan verkko-oppimateriaalin esitysmuotojen suhteen. Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaamalla selvitettiin multimodaalisuuden ilmentymistä toisaalta verkko-oppimateriaalina ja toisaalta verkko-oppimateriaalin käyttäjän kannalta. Päättulos oli se, että multimodaalisuus ilmeni aineistossa konkreettisina tallennusmuotoina, jotka määrittelivät edelleen verkko-oppimateriaalin rakenteita, vuorovaikutustyyppejä ja oppimateriaalilajeja. Multimodaaliset tallennusmuodot asettivat esittämistavan, -ajan ja -tilan suhteen tiettyjä vaatimuksia käyttäjälle ja mikäli verkko-oppimateriaali ei huomioinut näitä

vaatimuksia riittävästi, lisäsivät multimodaaliset esitysmuodot käyttäjän kognitiivista kuormittavuutta.

## **8.2 Tutkimustulosten merkitys**

Verkko-oppimateriaalien muotoon liittyviä ominaisuuksia perustellaan sillä, että ne tuovat lisäarvoa perinteisiin oppimateriaaleihin nähden (ks. esim. Kähkönen, Lehtola & Pesonen 2002, 37). Usein vaaditaan vuorovaikutteisuuden huomioimista ja verkkomaisen rakenteen käyttöä, mutta käytännön toteutuksissa ne eivät välttämättä näy. Tosin viime aikoina on alkanut näkyä myös varauksellista suhtautumista verkkorakenteen käyttöön; verkko-oppimateriaalin rakenteena hyväksytään jopa kirjasta tuttu lineaarinen rakenne. Tässä tutkimuksessa esimerkiksi ilmeni, että oppikirjoista tuttu lineaarinen rakenne sisällysluettelomaisine linkkeineen oli omaksuttu verkko-oppimateriaalien rakenteisiin. Verkkomaisen rakenteen vähyys sen sijaan oli yllättävää. Rakennetta koskevien tutkimustulosten perusteella todetaan, että multimodaaliset esitysmuodot eivät tue verkkomaisen rakenteen käyttöä aineistossa. Sivuja ei ollut myöskään rakennettu kolmea hierarkista tasoa pidemmälle meneviksi. Todennäköisesti tällä pyritään selkeisiin kokonaisuuksiin ja korostetaan kokoelmarakennetta verkkomaisen tai hierarkisen sijaan. Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että verkko-oppimateriaalit ovat edelleen enimmäkseen kuvailevaa faktatietoa tietyssä järjestyksessä esittäviä kokonaisuuksia, joissa edellytetään pääasiassa yksilötyöskentelyä, valmiiksi rajattujen tehtävien suorittamista ja tarjotun tiedon mieleen painamista (Ilomäki 2004). Tällaiseen johtopäätökseen johdattivat myös tämän tutkimuksen verkko-oppimateriaalimuotojen koskevat tulokset; esitysmuotojen multimodaalisuudesta huolimatta verkko-oppimateriaali on edelleen melko perinteistä, suurimmaksi osaksi tekstistä koostuvaa kertovaa oppimateriaaliainesta. Verkko-oppimateriaalimuotojen määrittelyssä yllätti se, miten suuri pelkkien tekstien määrä aineistossa oli. Kansalaisen ABC -verkkosivut eivät todennäköisesti hyödynnä visuaalista oppimateriaalia tarpeeksi, koska visuaalisia esitysmuotoja pidettiin kielellisiä useammin ylimääräisinä. Jos multimodaalisuuden määrittelynä pidetään sitä, että kaikki tieto esitetään kahden tai useamman eri esitysmuodon avulla, niin silloin aineistoa ei

voida pitää erityisen multimodaalisena. Tämä saattaa merkitä sitä, että aineisto ei hyödynnä multimodaalisuutta parhaalla mahdollisella tavalla.

Multimodaaliset verkko-oppimateriaalit ovat käyttäjien mielestä pääsääntöisesti motivoivia ja niiden on havaittu parantavan oppimisen mielekkyyttä (ks. esim. Olkinuora 2001, 133). Havainnoinnista nousseet huomiot tukivat multimediamateriaalin mielekkyyttä myös tässä tutkimuksessa. Verkkosivu, joka ei hyödynnä digitaalisuuden mukanaan tuomaa potentiaalia saatetaan kokea vanhentuneena ja ei-kiinnostavana. Verkko-oppimateriaalien suunnittelu ja eri moodien hyödyntäminen näyttäisi siis kannattavan. Mediaelementtien käyttöä verkko-oppimateriaaleissa on kuitenkin syytä suunnitella huolellisesti. Usein verkko kuvataan nimenomaan visuaalisen esittämisen ympäristöksi. Tekstuaalisuus ja visuaalisuus eivät välttämättä ole ristiriidassa, mutta painopisteen valinta vaikuttaa suunnitteluun ja tuotantoon. Tässä tutkimuksessa kognitiivista kuormittavuutta lisäävät oppimateriaalimuodot olivat pääosin visuaalisia, verkkosivujen ulkoasuun liittyviä tai aiheen kannalta ylimääräisiksi koettuja. Olennaista oli esimerkiksi se, että muuhun materiaaliin liittymättömät, irralliset kuvat kiinnittivät käyttäjien huomiota negatiivisesti. Tällöin huomio täytyi jakaa turhaan kahden tai useamman oppimateriaaliyksikön välille, jolloin kognitiivinen kuormittavuus kasvoi hidasten informantin toimintaa verkko-oppimisympäristössä. Irralliset tai vailla merkitystä olevat oppimateriaalelementit olivat useimmiten esitysmuodoltaan visuaalisia. Visuaalisilla esitysmuodoilla saattaa olla helpompi täydentää muuta kielellistä materiaalia, jolloin esimerkiksi kuvat jäävät kognitiivisesti merkityksettömiksi. Vaikka kognitiivista kuormittavuutta vähentävät tekijät olivat pääosin kielellisiä, visuaalisiin esitysmuotoihin kiinnitettiin enemmän huomiota. Tästä voi päätellä, että visuaalisuuden suhteen multimodaalisessa verkko-oppimateriaalissa vallitsee ristiriita, koska useimmiten juuri visuaalinen materiaali koettiin ylimääräiseksi, irralliseksi ja jopa turhaksi ja samanaikaisesti visuaalisuutta silti toivottiin enemmän havainnollistamaan kielellistä informaatiota. Huomattavaa onkin, että visuaaliset verkko-oppimateriaalit yhdessä kielellisen materiaalin kanssa eli multimedian käyttäminen tiedon esittämisen apuna pääasiassa havainnollisti ja helpotti verkko-



oppimateriaalin käyttöä. Tutkimustulokset tältä osin tukivat aikaisempaa teoretietoa kognitiivisesta kuormittavuudesta ja verkko-oppimisesta.

Kognitiiviseen kuormittavuuteen liittyvissä tutkimustuloksissa yksilöllisyys korostui siten, että kokenut verkko-oppimateriaalin käyttäjä oli vaativampi verkko-oppimateriaalin ominaisuuksien, erityisesti multimodaalisuuden suhteen. Tottuneemmalle verkkomateriaalin käyttäjälle multimodaalisuus ilmeni kognitiivista kuormittavuutta vähentävänä tekijänä, koska kielellisen ja visuaalisen materiaalin yhdistäminen oli vaivattomampaa ja esitysmuodot täydensivät näin toisiaan. Aloittelija sen sijaan ei saanut multimodaalisista esitysmuodoista kaikkea hyötyä irti. Vaikka tallennusmuotojen perusteella verkko-oppimateriaali näyttäytyy multimodaalisena, se ei välttämättä ole sitä kaikille käyttäjille. Täten multimodaalisuus on paljon muutakin kuin verkko-oppimateriaalin erilaisia tallennusmuotoja. Johtopäätöksenä tästä seuraa, että multimodaalisuuden kognitiivisesti kuormittavana kokeminen riippuu huomattavan paljon käyttäjän ja verkko-oppimateriaalin vuorovaikutuksesta. Tällöin korostuu myös adaptiivisuuden tärkeys eli verkko-oppimateriaalien mukautuminen opiskelijan oppimistarpeiden mukaan.

Yleisesti ottaen käyttäjät kohdistavat verkkosivuihin, erityisesti linkkeihin odotuksia (ks. Nielsen 2000, 62). Enemmän Internetiä käyttäneet informantit etsivät tässäkin tutkimuksessa kuvista ja muista graafisista elementeistä linkkejä, jollaisiin he olivat tottuneet. Havaitsin, että kokemus ja tottumukset näkyivät verkkomateriaalin käytössä siten, että käyttäjä ajatteli kaikkien sivujen toimivan samalla periaatteella. Hiiren liikkeitä seuraamalla havaitsin, että informantit pitivät otsikoita eteenpäin johdattavina linkkeinä, vaikka Kansalaisen ABC -sivuilla näin ei ole. Tämä tietenkin toteutuessaan lisäisi verkko-oppimateriaalin käyttömukavuutta ja -nopeutta. Sivun suunnittelija ei voi olettaa, että käyttäjä haluaisi opetella ensin sivuston rakenteen. Verkkosivunrakenne ja siihen liittyvät seikat, kuten linkitykset ovat verkko-oppimateriaalin käyttäjälle toissijainen seikka. On kuitenkin todettu, että melko yksinkertaisella mediamuotojen ja sivurakenteen suunnittelulla vähennetään huomattavasti kognitiivista kuormittavuutta. Esimerkiksi Kansalaisen ABC verkko-oppimisympäristössä sivujen oikeaan laitaan

ohjelmoitavat ”vieritysnapit” helpottaisivat verkkomateriaalin käyttöä huomattavasti ja vähentäisivät kognitiivista kuormittavuutta.

Eräiden huomioiden mukaan Internetin käyttäjät ovat tavoitehakuksia ja kärsimättömiä, joten sisällön suunnittelussa tulisi painottaa enemmän sitä, että käyttäjä saa vastaukset nopeasti ja että sisältö on käyttäjälle hyödyllistä (ks. Nielsen 2000, 161). Aineisto tuki edellä mainittua, koska havaintojen mukaan informantit pyrkivät ”tiivistettyyn lukemiseen” siten, että he lukivat useimmiten ainoastaan perustekstistä erottuvat osat: otsikot, lihavoinnit ja kursivoinnit. Informantit kävivät verkko-oppimateriaalin läpi samassa yläpalkin linkkien mukaisessa järjestyksessä, joten vaikka aineiston linkit eivät edellyttäneet tiettyä etenemisjärjestystä, niiden järjestyksellä oli suuri merkitys käyttäjän toimiin. Käyttäjät eivät todennäköisesti olekaan niin itsenäisiä kuin varsinkin aikuisopiskelijoille suunnatut verkko-oppimateriaalikokonaisuudet olettavat. Täten erityisesti aikuisopiskelijoiden heterogeenisyys haastaa kehittämään oppimisympäristöjä. Verkko-oppimateriaalin tutkiminen ja suunnittelu ei ole merkityksetöntä, koska oppimateriaalin on todettu vaikuttavan voimakkaasti oppimistapahtumaan ja se voi tutkimusten mukaan johtaa pysyvimpiinkin oppimistyylien muutoksiin (Kari 1987, 9). Kiinnostavaa on esimerkiksi multimedia-sisältöjen tarjoaminen erityisryhmille oppimateriaaliksi. Huonokuuloisten käyttäjien muutenkin jo korkeaa kognitiivisen kuormittavuuden tasoa palveltaisiin lisäämällä videoihin tekstitystä tai tarjoamalla äänimateriaalia myös tekstinä. Kuten tutkimustuloksissa selvisi, multimodaalisuus näyttäytyy kognitiivisesti kuormittavana kullekin käyttäjälle yksilöllisesti. On varmasti myös niin, että kukin käyttäjä hyötyy multimodaalisuudesta informaation esittämisen apuna eri tavoin. Tällöin voisi ajatella, että multimodaalisuus olisi se väline, jolla verkko-oppimateriaaleista saadaan käyttäjiä yksilöllisesti hyödyttäviä. Esimerkiksi erilaiset esitysmuodot tulisi voida yhdistää tai olla yhdistämättä ajan ja tilan puitteissa käyttäjän niin halutessa.

#### *Jatkotutkimusehdotuksia*

Jatkotutkimusten kannalta on tärkeä pohtia, kuinka tutkimusasetelmani toimisi toisenlaisessa verkko-oppimisympäristössä, esimerkiksi CSCL-ympäristössä. Tai

millaisia tuloksia tutkimusasetelma synnyttäisi toisenlaisissa informanteissa, saati suuremmassa otantajoukossa. Ottaen huomioon Kansalaisen ABC -verkko-oppimisympäristön kohderyhmän, joka koostuu heterogeenisesti eri-ikäisistä oppijoista, olisi jatkotutkimuksissa mielenkiintoista tutkia erityisesti ikääntyvän oppijan kognitiivista kuormittavuutta. Elinikäinen oppiminenhan on ajankohtainen oppimisen tutkimuksen alue ja ikääntyminen itsessään on tiedonkäsittelykyvyn rajoituksia toisin sanoen kognitiivista kuormittavuutta lisäävää. Ikääntyvät oppijat on tärkeä ottaa huomioon myös verkko-opetuksen suunnittelussa ja verkko-oppimateriaalien teknisessä toteutuksessa. Tämä tutkimus on sivunnut verkkomateriaalin käytettävyyttä ja mielekästä verkko-oppimista, jotka olisivat jatkotutkimuksen kannalta tärkeitä ja ajankohtaisia näkökulmia. Verkko-oppimateriaalin pedagogisen laadukkuuden varmistamisen lisäksi jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia myös käyttäjän suhtautumista multimediämateriaaleihin (ks. esim. Uusikylä & Atjonen 2000, 152–153). Esimerkiksi opiskelijoiden riittävän kriittinen suhtautuminen multimediaan on merkityksellistä multimodaalisen verkko-oppimateriaalin kannalta ja mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe.

## LÄHTEET

- Alasuutari, P. 1994. Laadullinen tutkimus. Tampere: Vastapaino.
- Baddeley, A. 2000. The episodic buffer: a new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences 4 (11), 417-423.
- Bannert, M. 2002. Managing cognitive load: recent trends in cognitive load theory. Learning and Instruction 12 (1), 139–146.
- Berelson, B. 1952. Content analysis in communication research. Glencoe: The Free Press.
- Cavanagh, S. 1997. Content analysis: concepts, method and applications. Nurse Researcher 4 (3), 5–16.
- Cohen, L. & Manion, L. 1995. Research methods in education. London: Routledge.
- DeStefano, D. & LeFevre, J-A. 2005. Cognitive load in hypertext reading. Computers in Human Behavior. Article in press, corrected proof.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Goldman, S. R. 2003. Learning in complex domains: when and why do multiple representations help? Learning and Instruction 13 (2), 239-244.
- Grönroos, M. 1985. Kvalitatiiviset kenttätömenetelmät. Juva: WSOY.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2002. Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Porvoo: WSOY.
- Hakkarainen, K., Lipponen, L., Muukkonen, H. & Seitamaa-Hakkarainen, P. 2001. Oppimisympäristöjen kognitiivinen tutkimus. Teoksessa Saariluoma, P., Kamppinen, M. & Hautamäki, M. (toim.) Moderni kognitiotiede. Helsinki: Gaudeamus, 152–172.
- Heikkilä, M., Nevgi, A. & Haarala-Muhonen, A. 2005. Verkko-opetuksen laatutyö. Teoksessa Nevgi, A., Löfström, E. & Evälä, A. (toim.) Laadukkaasti verkossa. Yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet. Helsingin yliopisto: Kasvatustieteen laitoksen julkaisuja, 33–43.

- Häkkinen, P. 1996. Design, take into use and effects of computer-based learning environments. Joensuun yliopisto: Kasvatustieteellisiä julkaisuja 34.
- Ilomäki, L. 2004. Oppimisaihiot opetuksen ja oppimisen tukena. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Opi ja onnistu verkossa: aihiot avuksi. Helsinki: Hakapaino, 10–13.
- Jaakkola, T. 2004. Oppimisaihiot pedagogiikkaa tukemassa. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Opi ja onnistu verkossa: aihiot avuksi. Helsinki: Hakapaino.
- Kanerva, J., Packalén, J. & Puttonen, M. 1998. Ideasta multimediaksi. Helsinki: Edita.
- Kari, J. 1987. Oppimateriaalitutkimuksen teoreettisia lähtökohtia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B: Teoriaa ja käytäntöä 4.
- Kemp, J., Morrison, G. & Ross, S. 1998. Designing effective instruction. 2. painos. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kirschner, P. A. 2002. Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning. Learning and Instruction 12 (1), 1–10.
- Kröger, T. 2003. Käsityön verkko-oppimateriaalien moninaisuus "Käspaikka"-verkkosivustossa. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteen laitoksen julkaisuja 90.
- Kyngäs, H. & Vanhanen, L. 1999. Sisällön analyysi. Hoitotiede 11 (1), 3–12.
- Kähkönen, M., Lehtola, H. & Pesonen, M. E. 2002. Sovelletun matematiikan ja tilastomatematiikan osahanke: lisäarvoa oppimateriaaliin vuovaikutteisuudella. Teoksessa Kähkönen, E. (toim.) Projektina verkko-oppiminen. Sisältöä ja tukea itäsuomalaisten yliopistojen yhteistyönä. Joensuun yliopisto. Joensuun yliopiston opetusteknologiakeskuksen selosteita 3, 37–50.
- Lehtinen, E. 1997. Tietoyhteiskunnan haasteet ja mahdollisuudet oppimiselle. Teoksessa Lehtinen, E. (toim.) Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita, 12–39.
- Larsson, S. 1993. Om kvalitet i kvalitativa studier. Nordisk pedagogik 13 (4), 194–211.
- Larsson, S. 2005. Om kvalitet i kvalitativa studier. Nordisk pedagogik 25 (1), 16–35.
- Lindh, K. & Parkkonen, M. 2001. Oppimateriaali verkossa. Teoksessa Matikainen, J. & Manninen, J. (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä. Helsinki: Palmenia-kustannus, 147–158.
- Manninen, J. 2001a. Kurssikoulutuksesta oppimisympäristöihin. Aikuiskoulutuskäytäntöjen kehityslinjoja. Teoksessa Matikainen, J. & Manninen,

- J. (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä. Helsinki: Palmenia-kustannus, 29–42.
- Manninen, J. 2001b. Verkko aikuisen oppimisympäristönä. Teoksessa Sallinen, P. & Kalli, P. (toim.) Verkot ja teknologia aikuisopiskelun tukena. Aikuiskasvatuksen 42. vuosikirja. Helsinki: BTJ Kirjastopalvelu, 53–73.
- Manninen, J. & Pesonen, S. 2001. Aikuisdidaktiset lähestymistavat. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen suunnittelun taustaa. Teoksessa Matikainen, J & Manninen, J. (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä. Helsinki: Palmenia-kustannus, 63–79.
- Matikainen, J. & Manninen, J. (toim.) Aikuiskoulutus verkossa: Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä. Helsinki: Palmenia-kustannus.
- Martikainen-Florath, U. 2001. YLE ja oppiminen: kohti vuorovaikutteisia oppimisympäristöjä. Teoksessa Sallila, P. & Kalli, P. (toim.) Verkot ja teknologia aikuisopiskelijan tukena. Helsinki: Kansanvalistusseura ja Aikuiskasvatuksen tutkimusseura. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. Aikuiskasvatuksen 42. vuosikirja, 177–194.
- Mayer, R. E. 1997. Multimedia learning: are we asking the right questions? *Educational Psychologist* 32 (1), 1–19.
- Mayer, R. E. 2001. *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. 2003. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* 13, 125–139.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. 2002. Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction* 12, 107–119.
- Mayer, R. E. & Sims, V. K. 1994. For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology* 86 (3), 389–401.
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. 2003. Modernit oppimisympäristöt. Tieto- ja viestintäteknikka opetuksen ja opiskelun tukena. Pieksämäki: Tietosanoma.
- Metsämuuronen, J. 2000. Metodologian perusteet ihmistieteissä. Metodologia-sarja 1. Jaabes OÜ, Viro: Methelp International Ky.

- Miettinen, R. 1984. Kognitiivisen oppimisnäkemyksen tausta. Helsinki: Valtion koulutuskeskus. Valtion Painatuskeskus. Julkaisusarja B 24.
- Multisilta, J. 1997. Miltä näyttää www-maailma oppimisympäristönä. Teoksessa Lehtinen, E. (toim.) Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita, 101–111.
- Mäntylä, M. 2001. Käytettävyys ja kognitiotiede. Teoksessa Saariluoma, P., Kamppinen, M. & Hautamäki, A. (toim.) Moderni kognitiotiede. Helsinki: Gaudeamus, 144–146.
- Nevgi, A. & Tirri, K. 2003. Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-oppimisympäristössä: opiskelijoiden kokemukset ja opettajien arviot. Suomen kasvatustieteellisen seuran julkaisuja 15.
- Nielsen, J. 1993. Usability Engineering. New York: Academic Press.
- Nielsen, J. 2000. www-suunnittelu. Suomentaja Timo Haanpää. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Nurmi, S. 2004. Oppimisaihiot pedagogiikkaa tukemassa. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) Opi ja onnistu verkossa: aihiot avuksi. Helsinki: Hakapaino.
- Nuutinen, P. 1994. Lapsesta subjektiksi. Tutkimus vallasta ja kasvatuksesta. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteen laitoksen julkaisuja 18.
- Nyman, P. & Kanerva, K. 2005. Oppijan tiedonkäsittelyjärjestelmän huomioiminen laadukkaan verkko-opetuksen suunnittelussa. Teoksessa Nevgi, A., Löfström, E. & Evälä, A. (toim.) Laadukkaasti verkossa: yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet. Helsingin yliopisto: Kasvatustieteen laitoksen julkaisuja, 95–108.
- Olkinuora, E., Mikkilä-Erdmann, M., Nurmi, S. & Ottosson, M. 2001. Multimediaaoppimateriaalin tutkimuspohjaista arviointia ja suunnittelun suuntaviivoja. Turku: Suomen Kasvatustieteellinen Seura.
- Pantzar, E. 2001. Oppimisteoreettisia näkökulmia verkkoperusteisten oppimisympäristöjen suunnitteluun. Teoksessa Haasio, A. & Piukkula, J. (toim.) Oppiminen verkossa. Helsinki: BTJ Kirjastopalvelu, 105–133.
- Patton, M. Q. 2002. Qualitative evaluation and research methods. 2. painos. London: Sage Publications.
- Rauste-von Wright, M-L. & von Wright, J. 1994. Oppiminen ja koulutus. Juva: WSOY.
- Pesonen, S. 2001. WWW-ympäristön erityispiirteet ja didaktiikka. Teoksessa

- Matikainen, J. & Manninen, J. (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä. Helsinki: Palmenia-kustannus, 81–91.
- Pietilä, V. 1976. Sisällön erittely. 2. korj. painos. Helsinki: Gaudeamus.
- Pollock, E., Chandler, P. & Sweller, J. 2002. Assimilating complex information. *Learning and Instruction* 12 (1), 61-86.
- Puukari, S. 2003. Video programmes as learning tools: teaching the gas laws and behaviour of gases in finnish and canadian senior high schools. University of Jyväskylä. Studies in education, psychology and social research 216. Jyväskylä: University printing house.
- Reimann, P. 2003. Multimedia learning: beyond modality. *Learning and Instruction* 13 (2), 245-252.
- Saarela-Kinnunen, M. & Eskola, J. 2001. Tapaus ja tutkimus = tapaustutkimus? Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin I. Jyväskylä: PS-Kustannus, 158–169.
- Selander, S. 1991. Pedagogic text analysis. Teoksessa Julkunen, M-L., Selander, S. & Åhlberg, M. (toim) Research on texts at school. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Tutkimuksia 37, 35–88.
- Silander, P. & Koli, H. 2003. Verkko-opetuksen työkalupakki: oppimisaihioista oppimisprosessiin. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.
- Sweller, J. 1994. Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction* 4, 295–312.
- Sweller, J. & Chandler, P. 1994. Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction* 12, 185–233.
- Tella, S. 1996. Tiedosta tie tulevaan. Ote (opetus & teknologia) 4 (1), 38–43.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2000. Didaktiikan perusteet. Helsinki: WSOY.
- Vahtivuori, S. 2001. Kohti yhteisöllisen ja kokemuksellisen verkko-opetuksen suunnittelua: käyttäjät suunnittelun polttopisteessä. Teoksessa Tella, S., Nurminen, O., Oksanen, U. & Vahtivuori, S. (toim.) Verkko-opetuksen teoriaa ja



- käytäntöä. *Studia Paedagogica* 25. Helsingin yliopisto: Opettajankoulutuslaitos, 79–113.
- Venäläinen, J. 2001. Verkko-oppimateriaalien tarkastelua genrenä: tapaustutkimuksena etälukion *www*-materiaalit. Teoksessa Tella, S., Nurminen, O., Oksanen, U. & Vahtivuori, S. (toim.) Verkko-opetuksen teoriaa ja käytäntöä. *Studia Paedagogica* 25. Helsingin yliopisto: Opettajankoulutuslaitos, 165–212.
- Wilson, B. (toim.) 1996. Constructivist learning environments. Case studies in instructional design. Englewood Cliffs, NY: Educational Technology Publications.
- Winn, W. 1996. Cognitive perspectives in psychology. In Jonassen, D. H. (Ed.) Handbook of research for educational communications and technology. Second Edition. New York: Macmillan, 79–112.

### **Internet-lähteet**

- Horila, M., Syvänen, A. & Överlund, J. 2002. Pedagoginen käytettävyys. Teoksessa H. Turunen (toim.) Yhdessä uuteen oppimisen toimintakulttuuriin. Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa -konferenssi. Hämeen kesäyliopiston julkaisusarja B 40. Saatavilla *www*-muodossa: <URL: <http://www.hameenkesayliopisto.fi/itk02/symposiumpe/pe4.html>>. (Luettu 1.12.2005).
- IANA Internet Assigned Numbers Authority 2002. MIME media types. Saatavilla *www*-muodossa: <URL:<http://www.iana.org/assignments/mediatypes/index.html>>. (Luettu 3.1.2005).
- IEEE 2002. Draft Standard for Learning Technology - Learning Object Metadata. Saatavilla *www*-muodossa: <URL: [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. (Luettu 3.12.2005).
- Kanninen, M. 2003. Multimodaalisuus käyttöliittymäsuunnittelijan näkökulmasta. Saatavilla *www*-muodossa: <URL: [http://mlab.uiah.fi/www/projects\\_and\\_publications/final\\_thesis/kanninen\\_matti](http://mlab.uiah.fi/www/projects_and_publications/final_thesis/kanninen_matti)> (Luettu 15.7.2005).
- Kielikompassi. 2003. Multimodaalisuus: mistä tekstit rakentuvat? Jyväskylän yliopiston kielikeskus. Saatavilla *www*-muodossa: <URL: <http://kielikompassi.ulc.jyu.fi/>>

- resurssikartta/netro/pankki/parametrit\_moodi\_multi.shtml >. (Luettu 19.7.2005).
- Korpela, J. 2002. Mediatyypit Internetissä. Saatavilla www-muodossa:  
<URL: <http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/mediatyypit.html>>. (Luettu 19.7.2005).
- Kurkela, L. & työryhmä 2001. LOM standardiehdotuksen (v 6.1) kansallinen  
käyttöönotto. Saatavilla www-muodossa:<URL: <http://aostaff.aokk.hamk.fi/~ttersunen/oppimisaihiot/aineistot/LOM-standardiehdotus-metadata.htm>.  
(Luettu 20.7.2005)
- Linturi, H. 2002. Tulkinnat. Teoksessa H. Linturi. Internetix. Oppimisen  
kulttuurievoluutiota verkossa. Saatavilla www-muodossa: <URL:  
<http://www.internetix.fi/kaivos/linturi>>. (Luettu 18.7.2005).
- Nirhamo, L. 2004. Kuka tarvitsee oppimisaihioita? Saatavilla www-muodossa: <URL:  
<http://www.yliopistojenit.fi/weblehti/nro6/nirhamo.html>>. (Luettu 20.5.2005).
- Nokelainen, P. 2002. Digitaalisen oppimateriaalin standardoinnin kysymyksiä.  
Saatavilla www-muodossa: <URL: [http://www.uta.fi/laitokset/aktk/lectures/itk2002/nokelainen\\_standardointi.htm](http://www.uta.fi/laitokset/aktk/lectures/itk2002/nokelainen_standardointi.htm) >. (Luettu 19.7.2005).
- Tekniikan sanastokeskus ry. 2002. Tietotekniikan termitalkoot. Julkaistut suositukset.  
Saatavilla www-muodossa: <URL: <http://www.tsk.fi/termitalkoot/>>. (Luettu  
20.7.2005).

## LIITTEET

### Liite 1 Informantit

Informanttien (A-E) tietokoneenkäyttötaitoihin sekä aikaisempaan tietokoneenkäytön kokemukseen ja verkko-opiskelukokemuksiin liittyvät muuttujat.

Informantti	A	B	C	D	E
Tietokoneen ja perussovellusten käyttötaidot *	perustaidot	keskinkertaiset	keskinkertaista paremmat	hyvät	hyvät
Kokemus tietokoneen ja Internetin käytöstä	2 vuotta	6-7 vuotta ja 3 vuotta	8-9 vuotta ja 7 vuotta	13 vuotta ja 10 vuotta	8 vuotta
Tietokoneen käytön säännöllisyys	töissä päivittäin, kotona noin 2 kerran viikossa	töissä päivittäin, kotona 3-4 kertaa viikossa	noin 5 kertaa viikossa töissä tai kotona	päivittäin kotona	päivittäin sekä töissä että kotona
Kokemus itsenäisestä verkko-opiskelusta	Ei	jonkin verran	paljon	erittäin paljon	jonkin verran
Kokemus verkkokursseista	Ei	ei	ei	ei	kyllä

\* perustaidot, keskinkertaiset, keskinkertaista paremmat, hyvät ja erinomaiset

## **Liite 2** Haastatteluaineiston hankinta

### Videointi 1

Informanteille sekä suullisesti että kirjallisesti annetut ohjeet ja tehtävänanto:

Tutustu Ylen Opinportin Kansalaisen ABC verkko-oppimateriaalin 'Media ja Me' -osioon ja etsi vastaus kysymykseen ” Mitä tarkoittaa metonymia?” Käytä oppimateriaalia vapaasti, omissa tahdissasi ja niin kauan kuin haluat. Tarvittavat ohjelmat on asennettu koneelle valmiiksi, joten sinun ei tarvitse muuta avata selain ja aloittaa. Jos tulee kysyttävää, voit vapaasti kysyä tai kommentoida videoinnin aikana. Voit myös tehdä muistiinpanoja. Kerro selkeästi, kun olet valmis. Ei ole tarkoitus arvioida tietokoneenkäyttötaitojesi hyvyttä tai huonoutta, eikä myöskään ajankäyttöä. Tarkoitus on katsoa videointi myöhemmin yhdessä ja keskustella verkko-oppimateriaaliin liittyvistä tehtävän ratkaisua toisaalta helpottavista ja toisaalta vaikeuttavista tekijöistä. Voit pitää tämän tarkoituksen mielessä, mutta yritä kuitenkin tässä ensimmäisessä vaiheessa käyttää mahdollisimman luontevasti verkko-oppimateriaalia ja etsiä siitä yllämainittuun kysymykseen mahdollisimman täydellinen vastaus.

### Videointi 2

Avustavat kysymykset:

Mitkä tekijät helpottivat oppimateriaalin käyttämistä ja sivuilla etenemistä?  
Mitkä tekijät vaikeuttivat oppimateriaalin käyttämistä ja sivuilla etenemistä?

Millainen materiaali auttoi tehtävään vastaamisessa eniten?

Millainen materiaali vaikeutti tehtävään vastaamisessa eniten?

Millaiset materiaalit koit houkuttelevana?

Millaiset materiaalit koit ylimääräisinä tai turhina?

Tukivatko teksti ja siihen liittyvät kuvat toisiaan?

Olisiko videoklipissä tekstitys helpottanut vai vaikeuttanut sen seuraamista?

### **Liite 3 Learning Object Metadata -standardi**

Oppimateriaalimuotojen sisällön erittelyssä käytetty LOM-standardi (Kurkela & työryhmä 2001; IEEE 2002).

#### **Tallennusmuoto**

Mediatyypit, joiden suomennot perustuvat Korpelan (2002) artikkeliin:

- |                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| - sovellus (application) | - ääni (audio)                   |
| - kuva (image)           | - Internet-viesti (message)      |
| - mallinnusdata (model)  | - moniosainen viesti (multipart) |
| - teksti (text)          | - liikkuva kuva (video).         |

#### **Rakenne**

- |                         |                |
|-------------------------|----------------|
| - alkeisosista koostuva | - kokoelma     |
| - verkkomainen          | - hierarkkinen |
| - lineaarinen           |                |

#### **Vuorovaikutus**

Esittävä: esittää tietoa, mutta ei vaadi oppijalta palautetta.

- hyperteksti (lukeminen, navigoiminen)
- video (katsominen, esityksen kontrolloiminen)
- graafinen materiaali (katsominen)
- audiomateriaali

Aktiivinen: vaatii oppijalta palautetta tai muunlaista tuotosta, joka ei välttämättä tapahdu oppimateriaalin puitteissa

- simulaatiot (tiedon kontrolloiminen, syöttäminen)
- kysymyssarjat (vastauksien valitseminen tai kirjoittaminen)
- koe (vastauksen etsiminen)
- ongelmanasettelu (ratkaisujen kirjoittaminen).

Yhdistelmä

Määrittelemätön

#### **Oppimateriaali**

- |                                   |                                |                     |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| - harjoitus (exercise)            | - simulaatio (simulation)      | - piirros (graph)   |
| - kaavio (diagram)                | - kuva (figure)                | - koe (exam)        |
| - luettelo (index)                | - kalvo (slide)                | - ongelman asettelu |
| - taulukko (table)                | - kokeilu (experiment)         | - luento (lecture)  |
| - kertova aines (narrative text)  | - kysymyssarja (questionnaire) |                     |
| - itsearviointi (self assessment) |                                |                     |

LOM-määrittelyssä todetaan, että oppimateriaalilajeja kuvaavat termit on määritelty OED 1989:n (Oxford English Dictionary) mukaan ja ne ovat koulutusyhteisöjen käytössä (IEEE 2002).

#### Liite 4 Sisällönanalyysirunko

Swellerin (1994) kognitiiviseen kuormitusteoriaan sekä Mayerin (2002) multimediaoppimisen kognitiiviseen teoriaan pohjautuva sisällönanalyysin runko ja analyysissä syntyneet uudet kategoriat.

Analyysirunko:	Uudet kategoriat:		
Ajallisen läheisyyden vaikutus kuormitus lisääntyy kuormitus vähenee	AL		A I K A ja
Avaruudellisen läheisyyden vaikutus kuormitus lisääntyy kuormitus vähenee	AVL	Y K S	T I L A
Jaetun tarkkaavaisuuden vaikutus kuormitus lisääntyy kuormitus vähenee	JT	I L	M U O D O T
Ylimääräisen/toistuvan materiaalin vaikutus tai houkuttelevien yksityiskohtien vaikutus kuormitus lisääntyy kuormitus vähenee	Y	Ö L L I	
Modaliteettiperiaate kuormitus lisääntyy kuormitus vähenee	M	S Y	
Yksilöllisten erojen periaate kuormitus lisääntyy kuormitus vähenee	Y K	Y S	

## TAULUKOT JA KUVIOT

	sivu
TAULUKKO 1. Verkko-oppimateriaalin tallennusmuotojen jakautuminen määrällisesti.	48
TAULUKKO 2. Verkko-oppimateriaalin rakenteiden jakautuminen määrällisesti.	49
TAULUKKO 3. Verkko-oppimateriaalin rakenteisuuden tasojen jakautuminen määrällisesti.	50
TAULUKKO 4. Verkko-oppimateriaalin vuorovaikutustyyppien jakautuminen määrällisesti.	50
KUVIO 1. Kognitiivisen kuormittavuuden syntyyn vaikuttavat tekijät kognitiivisessa kuormitusteoriassa.	27
KUVIO 2. Kahden sensorisen kanavan toiminta ja kognitiivisen kuormittavuuden alue.	30
KUVIO 3. Tutkimusasetelma.	33
KUVIO 4. Kansalaisen ABC -verkkosivuston aloitussivu.	35
KUVIO 5. Videoleike.	47
KUVIO 6. Esimerkki teksti- ja kuvamateriaalin ilmenemisestä aineistosta.	51